

THESIS

TÜBINGEN

1967

Aus dem Medizinischen Strahleninstitut der Universität Tübingen

Direktor: Professor Dr. med. R. Bauer

Über physiologische Veränderungen im Schädelbau
des Menschen nach dem 13. Lebensjahr

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
ULRICH LAUX
aus Liebertwolkwitz

8911

Aus dem Medizinischen Strahleninstitut der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr.med. R. B a u e r

Über physiologische Veränderungen im Schädelbau
=====

des Menschen nach dem 13. Lebensjahr
=====

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Ulrich Laux
aus Liebertwolkwitz

Dekan: Prof. Dr. med. W. Schneider

1. Berichterstatter: Prof. Dr. med. H. Schmidt

2. Berichterstatter: Prof. Dr. med. R. Bauer

Inhaltsverzeichnis

A. Einleitung

B. Methodik

- I. Beobachtungsmaterial
- II. Berechnung
- III. Meßpunkte
- IV. Meßstrecken und -winkel

C. Untersuchungsergebnisse

D. Diskussion

- I. Schädelbasis
 - a. Basiskrümmung
 - b. Occipitale-cerebrale Basisstrecke
 - c. Frontale-cerebrale Basisstrecke
 - d. Faziale Basisstrecke
- II. Schädelkalotte
 - a. Messungen von der Schädelbasis zur Kalotte
 - 1. Strecken
 - 2. Winkel
 - b. Messungen an der Schädelkalotte
 - 1. Strecken
 - 2. Winkel
- III. Gesichtsschädel
 - a. Obergesicht
 - b. Mandibula

E. Zusammenfassung



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153519_0079

A. Einleitung

Im Anschluß an die systematischen Untersuchungen des Schädelbaus am Säugling und Kind von FREIESLEBEN u. LUTZ (1965) war es von Interesse, die Veränderungen des Schädelbaus im späteren Leben zu verfolgen. Nach BERGER-HOFF u. HÖBLER (1953) ergeben sich geschlechtliche Unterschiede der Form und Größe des Hirnschädels erst in der Wachstumsperiode der Pubertät. Um allgemeine Gesetzmäßigkeiten des Schädelwachstums zu finden, wurden bisher meist männliche und weibliche Schädel gemeinsam untersucht und nur nach Altersgruppen getrennt. Dabei besteht die Gefahr, Veränderungen zu verwischen, wenn diese bei beiden Geschlechtern gegensinnig ablaufen oder verschiedenen stark ausgeprägt sind wie in folgendem Beispiel:

Am weiblichen Schädel verändert sich die Strecke Nasion-Endolambda nach dem 12. Lebensjahr nicht mehr; es errechnet sich ein Durchschnittswert von 188.9 mm. Beim Jungen zwischen 12 und 15 Jahren findet man 191.0 mm; die Strecke verlängert sich aber während der Wachstumsperiode der Pubertät auf durchschnittlich 196.4 mm, um dann bis ins Greisenalter konstant zu bleiben. Die Differenz beträgt also 5.4 mm. Berechnet man die Mittelwerte für beide Geschlechter gemeinsam, so erhält man 189.9 mm für die 12-15 Jährigen und 192.6 mm für die Erwachsenen. Die Differenz ist also mit nur 2.7 mm wesentlich geringer. Es ist durchaus möglich, daß dabei geringgradige Veränderungen die Signifikanzgrenze nicht erreichen, so daß man - um bei dem Beispiel zu bleiben - für die Strecke Nasion-Endolambda kein Wachstum finden würde.

In der vorliegenden Arbeit werden daher die Altersgruppen nach Geschlechtern getrennt, um auch geringe Veränderungen noch zu erkennen.

Da die Unterschiede zwischen den verschiedenen Altersgruppen am männlichen Schädel wesentlich ausgeprägter sind als bei der Frau, werden diese ausführlicher diskutiert.

Die geschlechtlichen Differenzen im Schädelbau und ihre Veränderungen im Verlauf des Lebens werden in einer eigenen Arbeit untersucht (DAGMAR LAUX).

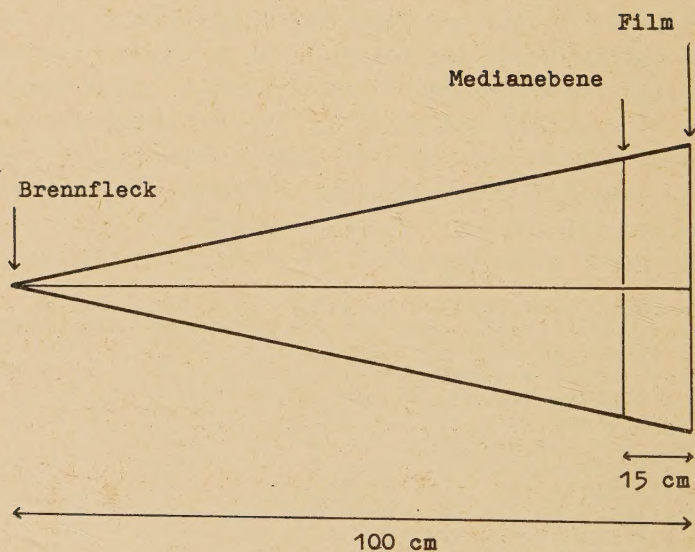


Abb. 1 Zentrale Projektion
 bei Schädelaufnahmen.

B. Methodik

I. Beobachtungsmaterial

Zusammen mit DAGMAR LAUX wurden 708 seitliche Röntgenaufnahmen von Schädeln beiderlei Geschlechts aus dem Archiv der Röntgenabteilung der Chirurgischen Universitätsklinik (Direktor: Hofrat Prof. Dr. med. W. Dick) ausgemessen und in folgende Altersgruppen getrennt nach Geschlechtern gegliedert:

1. Männer	12 - 15 Jahre	(55 Schädel)
3. "	16 - 20 "	(51 ")
5. "	21 - 50 "	(99 ")
7. "	51 - 70 "	(100 ")
9. "	über 70 "	(50 ")
2. Frauen	12 - 15 Jahre	(50 Schädel)
4. "	16 - 20 "	(51 ")
6. "	21 - 50 "	(102 ")
8. "	51 - 70 "	(91 ")
10. "	über 70 "	(59 ")

Es werden die auf den Röntgenaufnahmen gemessenen Längen angegeben, die wegen der zentralen Projektion größer sind als die realen Werte. Die Umrechnung ist in einfacher Weise durch Multiplikation mit Faktor 0.85 möglich.

Die Aufnahmen wurden mit einem Brennfleck-Film-Abstand von 100 cm aufgenommen. Unter Berücksichtigung einer Entfernung von 15 cm zwischen Medianebene des Schädels und Film (= halbe Schädelbreite + Streustrahlenblende) ergibt sich: (vgl. Abb.1)

$$\frac{100}{\text{Meßwert}} = \frac{85}{\text{Realwert}}$$

$$\text{Realwert} = 0.85 \times \text{Meßwert}$$

Für die vergleichende Betrachtung unserer Altersgruppen war eine Reduktion auf die realen Maße nicht notwendig. Zum Vergleich mit Literaturangaben werden - wenn die

verschiedenen Vergrößerungsfaktoren bekannt sind - alle Längenmaße auf die Realmaße umgerechnet. Sind die Aufnahmebedingungen anderer Autoren nicht bekannt, ist ein Vergleich von Strecken schwer möglich. Selbstverständlich kann durch die Aufnahmetechnik immer nur eine Verlängerung einer Strecke eintreten. Besser geeignet für vergleichende Betrachtungen sind Winkelmaße (BERGERHOFF 1952), die - wenn die Schenkel der Winkel parallel zur Filmebene liegen - unabhängig vom Brennfleck-Film-Abstand immer in gleicher Größe dargestellt werden. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß bei Röntgenaufnahmen mögliche Verkantungen Winkelmaße nicht wesentlich beeinflussen (FISCHER 1963). Stark verkantete Aufnahmen wurden aber ohnehin wegen der Fehldarstellung der Strecken nicht in die Stichproben aufgenommen.

II. Berechnung

Die Meßergebnisse wurden auf Lochkarten übertragen und vom Deutschen Rechenzentrum in Darmstadt ausgewertet. Außer der Berechnung der Mittelwerte $\bar{x}$, der Standardabweichungen s und der Streuungen der Mittelwerte s_M wurden die Mittelwerte auf signifikante Differenzen geprüft. Die Signifikanzgrenze wurde bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 0.003$ angenommen. Das entspricht bei dem vorliegenden Beobachtungsgut (je 50-100 Einzelmessungen) einem t-Wert von etwa 3.0. Für den BARTLETT-Test auf Gleichheit der Varianzen (Varianz = Quadrat der Standardabweichung) wurde ein Signifikanzniveau von 5 % zu Grunde gelegt. Ergaben sich dabei ungleiche Varianzen, so daß die Vorbedingungen für den t-Test nicht erfüllt waren, wurde der WELCH-Test angewandt. Die Standardabweichung s ist die Quadratwurzel aus dem Durchschnitt der Quadrate der einzelnen Abweichungen

vom Mittelwert:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

Die Streuung des Mittelwertes s_M ist der Quotient aus der Standardabweichung s und der Quadratwurzel aus der Beobachtungszahl N :

$$s_M = \frac{s}{\sqrt{N}}$$

Dieser "Durchschnitt" wird bei hinreichend vielen Messungen N unabhängig von N und somit ein Maß für die durchschnittliche Streuung der Grundgesamtheit.

Schwankt beispielsweise das durchschnittliche Geburtsgewicht von Neugeborenen noch bei dieser hinreichend grossen Beobachtungszahl N um ± 500 g, so läßt sich diese Streuung auch durch weitere Messungen kaum noch verringern und ist damit Ausdruck der biologischen Variation.

Bei sehr großen Beobachtungszahlen N wird s_M sehr klein werden, auch bei großer Standardabweichung s .

Im Idealfall werden sehr viele Messungen durchgeführt, dann wird die Streuung des Mittelwertes fast Null, und damit ist der Mittelwert der untersuchten Stichprobe gleich dem der Grundgesamtheit.

Für klinische Zwecke, etwa zur Beurteilung eines pathologischen Schädels, ist die Standardabweichung als Maß für die biologische Variation geeignet. Für die Untersuchung der allgemeinen Wachstumsvorgänge am Schädel interessiert mehr die Streuung der Mittelwerte der einzelnen Altersklassen, da dieses Streumaß erkennen läßt, inwieweit die Stichprobe von der Grundgesamtheit abweichen kann.

In der vorliegenden Arbeit werden daher für die vergleichende Untersuchung zwischen verschiedenen Altersgruppen die Streuungen der Mittelwerte verwendet.

Wegen der klinischen Bedeutung werden auch die Standardabweichungen angegeben.

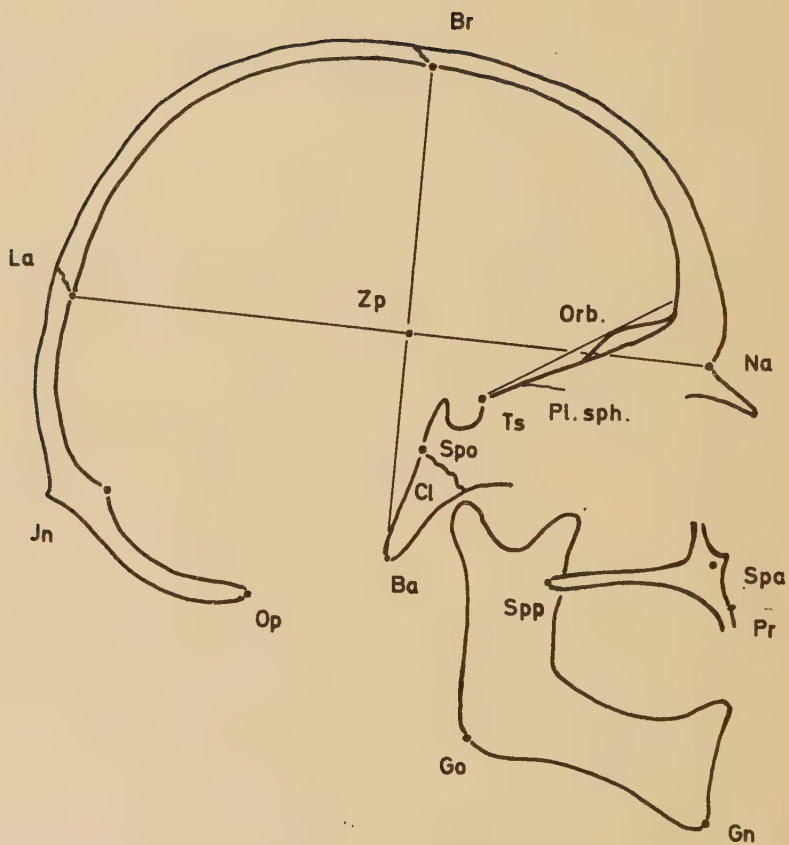


Abb. 2 Übersicht über die
verwandten Meßpunkte.

III. Meßpunkte (Abb. 2)

Um einen umfassenden Einblick in die Architektur des Schädels zu bekommen, wurden an jedem Röntgenbild am Hirnschädel 21 Strecken und 19 Winkel, am Gesichtsschädel 12 Strecken und 9 Winkel ausgemessen. Den Ergebnissen liegen insgesamt über 40.000 Einzelmessungen zugrunde. Nur röntgenologisch eindeutig darstellbare Punkte konnten für die Messungen verwandt werden (FISCHER 1963).

Daher mußten einige in der Literatur genannte Meßpunkte wie das Endofrontale aufgegeben werden.

a. Hirnschädel

Tuberculum sellae (Ts): Leiste zwischen der Fossa hypophyseos und vorderer Schädelgrube.

Nasion (Na): Schnittpunkt der Sutura nasofrontalis mit der Medianebene.

Basion (Ba): Vorderster Medianpunkt des Foramen occipitale magnum.

Synchondrosis spheno-occipitalis (Spo): Schnittpunkt der Synchondrosis spheno-occipitalis mit der Medianebene.

Endobregma (Br): Schnittpunkt der Kranznaht mit der Medianebene an der Tabula interna.

Endolambda (La): Schnittpunkt der Lambdanaht mit der Medianebene an der Tabula interna.

Endinion (In): Grenze zwischen Oberschuppe und Unterschuppe der Hinterhauptsschuppe in der Medianebene (Confluens sinuum)

Opisthion (Op): Schnittpunkt des Hinterrandes des Foramen occipitale magnum mit der Medianebene.

Zentralpunkt (Zp): Schnittpunkt der Strecken Nasion-Endolambda und Endobregma-Basion.

Orbitadach (Orb.): Berührungspunkt der Tangente vom Tuberculum sellae am Orbitadach. Bei leichten Verkantungen projizieren sich die beiden Orbitadächer übereinander. In diesem Fall

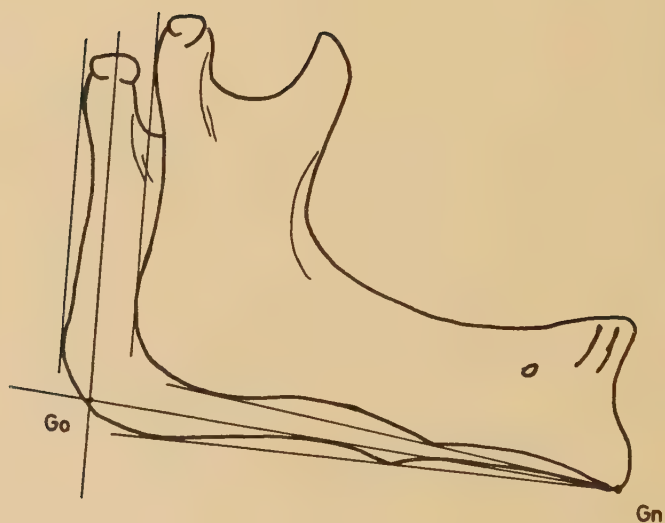


Abb. 3 Konstruktion des Meßpunktes Gonion bei
etwas verkanteten Aufnahmen (s. Text).

wurde an jedes Orbitadach eine Tangente gezeichnet, die dazugehörige Winkelhalbierende stellte die Meßebene dar.

Clivus (Cl): Der in der Synchondrosis sphenoccipitalis an das Keilbein anschließende Teil des Corpus ossis occipitalis.

Planum sphenoidale (Pl.sph.): Zwischen Siebbein und Tuberculum sellae gelegener Abschnitt des Keilbeinkörpers.

b. Gesichtsschädel

Spina nasalis anterior (Spa): Meßpunkt ist hier nicht die Spitze dieses Knochenfortsatzes am Unter- rand der Apertura piriformis, da sie im Röntgenbild häufig schwierig zu bestimmen ist. Mit der Schädelkontur bildet die Spina nasalis anterior ein annähernd gleichschenkeliges Dreieck, dessen gedachte Basis halbiert wurde. Diese "Basismitte" diente als Meßpunkt.

Spina nasalis posterior (Spp): Knochenfortsatz am Hinterrand des harten Gaumens.

Prosthion (Pr): Schnittpunkt des Alveolarrandes des Oberkiefers mit der Medianebene.

Gnathion (Gn): Knöcherne Kinnspitze.

Gonion (Go): Übergang des unteren Randes des corpus mandibulae in den hinteren Rand des ramus mandibulae. Außer dem Orbitadach ist das Gonion der einzige Meßpunkt, der nicht in der Medianebene liegt, so daß sich geringe Verkantungen schon stark bemerkbar machen. Bei nicht ganz exakt eingestellten Aufnahmen war daher eine Hilfskonstruktion nötig, um einen "theoretischen" Meßpunkt in der Medianebene zu erhalten (Abb.3). Die Winkelhalbierende zwischen den Tangenzen vom Gnathion an die beiden Basalränder

des corpus mandibulae schneidet die Mittellinie zwischen den beiden Tangenten an an die Rami mandibulae. Dieser Schnittpunkt bildet das gedachte Gonion in der Medianebene.

IV. Meßstrecken und -winkel

a. Hirnschädel

Strecken

1. Tuberculum sellae - Nasion (Ts-Na)
2. Tuberculum sellae - Basion (Ts-Ba)
3. Tuberculum sellae - Endobregma (Ts-Br)
4. Tuberculum sellae - Endolambda (Ts-La)
5. Tuberculum sellae - Endinion (Ts-In)
6. Tuberculum sellae - Opisthion (Ts-Op)
7. Basion - Opisthion (Ba-Op)
8. Synchrondrosis spheno-occipitalis - Basion (Spo-Ba)
9. Nasion - Basion (Na-Ba)
10. Nasion - Endolambda (Na-La)
11. Nasion - Endinion (Na-In)
12. Nasion - Endobregma (Na-Br)
13. Endobregma - Endolambda (Br-La)
14. Endolambda - Endinion (La-In)
15. Endinion - Opisthion (In-Op)
16. Endobregma - Basion (Br-Ba)
17. Endolambda - Basion (La-Ba)
18. Frontalhöhe
19. Parietalhöhe
20. Occipitalhöhe
21. Endolambda - Opisthion (La-Op)

Winkel

1. Nasion-Tuberculum sellae-Endobregma (Na-Ts-Br)
2. Nasion-Tuberculum sellae-Endolambda (Na-Ts-La)
3. Nasion-Tuberculum sellae-Endinion (Na-Ts-In)
4. Nasion-Tuberculum sellae-Opisthion (Na-Ts-Op)
5. Tuberculum sellae-Nasion-Endobregma (Ts-Na-Br)
6. Nasion-Endobregma-Basion (Na-Br-Ba)
7. Nasion-Endobregma-Endolambda (Na-Br-La)
8. Endobregma-Endolambda-Opisthion (Br-La-Op)
9. Tuberculum sellae-Endolambda-Basion (Ts-La-Ba)
10. Endobregma-Endolambda-Endinion (Br-La-In)
11. Endolambda-Endinion-Opisthion (La-In-Op)
12. Clivus-Basion-Opisthion (BOOGAARD-Winkel)
13. Basion-Nasion-Endobregma (Ba-Na-Br)
14. Nasion-Basion-Endolambda (Na-Ba-La)
15. Basion-Opisthion-Endinion (Ba-Op-In)
16. Nasion-Zentralpunkt-Endobregma (Na-Zp-Br)
17. Basiswinkel nach WELCKER (Na-Ts-Ba)
18. Basiswinkel nach LANDZERT (Cl-Pl-sph.)
19. Basion-Tuberculum sellae-Orbitadach (Ba-Ts-Orb.)

b. Gesichtsschädel

Strecken

1. Tuberculum sellae - Spina nasalis anterior (Ts-Spa)
2. Tuberculum sellae - Spina nasalis posterior (Ts-Spp)
3. Tuberculum sellae - Gnathion (Ts-Gn)
4. Tuberculum sellae - Gonion (Ts-Go)
5. Nasion - Prosthion (Na-Pr)
6. Nasion - Spina nasalis anterior (Na-Spa)
7. Nasion - Gnathion (Na-Gn)
8. Prosthion - Basion (Pr-Ba)
9. Gnathion - Basion (Gn-Ba)
10. Gonion - Basion (Go-Ba)
11. Spina nasalia ant. - Spina nasalis post. (Spa-Spp)
12. Gnathion - Gonion (Gn-Go)

Winkel

1. Nasion-Tuberculum sellae-Gonion (Na-Ts-Go)
2. Nasion-Tuberculum sellae-Spina nasalis post. (Na-Ts-Spp)
3. Nasion-Tuberculum sellae-Gnathion (Na-Ts-Gn)
4. Nasion-Tuberculum sellae-Spina nasalis ant. (Na-Ts-Spa)
5. Tuberculum sellae-Nasion-Gnathion (Ts-Na-Gn)
6. Tuberculum sellae-Nasion-Spina nasalis ant. (Ts-Na-Spa)
7. Tuberculum sellae-Nasion-Prosthion (Ts-Na-Pr)
8. Tuberculum sellae-Spina nasal. ant.-Spina nasal. post.
(Ts-Spa-Spp)
9. Mandibularwinkel

C. Untersuchungsergebnisse

In den folgenden Tabellen sind für alle Meßstrecken und -winkel die Mittelwerte $\bar{x}$, die Standardabweichungen s und die Streuungen der Mittelwerte s_M für jede Altersgruppe bei Mann und Frau getrennt zusammengestellt.

Als Ergebnis des statistischen Vergleichs der verschiedenen Altersgruppen werden die jeweiligen t - und χ^2 -Werte (BARTLETT-Test) angegeben (s. Methodik)

	AG 1	AG 3	t	x ²	AG 5	t	x ²	AG 7	t	x ²	AG 9	t	x ²		
1. Ts - Na	$\bar{x}$ 70.6	73.4	3.9	1.7	73.4	2.8	0.3	71.4	70.5	1.4	0.0	70.5	71.2	0.9	1.2
s	3.5	4.0			4.5			4.5	4.5			4.5	4.9		
sM	0.5	0.6			0.4			0.4	0.4			0.4	0.7		
2. Ts - Ba	$\bar{x}$ 56.2	58.7	3.1	0.3	59.5	0.6	45.8	59.5	56.7	2.3	98.6	56.7	57.3	0.7	6.0
s	3.9	4.2			11.1			11.1	3.8			3.8	5.0		
sM	0.5	0.6			1.1			1.1	0.4			0.4	0.7		
3. Ts - Br	$\bar{x}$ 106.5	105.3	1.1	0.4	104.8	0.4	22.3	104.8	101.8	2.6	41.9	101.8	100.9	1.0	2.7
s	5.8	5.4			10.2			10.2	5.2			5.2	6.3		
sM	0.8	0.8			1.0			1.0	0.5			0.5	0.9		
4. Ts - La	$\bar{x}$ 125.9	128.0	1.7	0.8	130.1	1.6	18.6	130.1	129.3	0.7	30.4	129.3	128.1	1.1	0.3
s	6.8	6.0			10.7			10.7	6.0			6.0	6.4		
sM	0.9	0.8			1.1			1.1	0.6			0.6	0.9		
5. Ts - In	$\bar{x}$ 115.0	118.0	3.0	0.2	117.7	0.3	15.0	117.7	118.5	0.8	27.7	118.5	117.2	1.5	2.2
s	5.5	4.9			8.2			8.2	4.8			4.8	5.7		
sM	0.7	0.7			0.8			0.8	0.5			0.5	0.8		
6. Ts - Op	$\bar{x}$ 90.7	93.3	3.0	1.0	92.9	0.5	12.6	92.9	92.7	0.2	17.3	92.7	92.3	0.6	1.8
s	4.7	4.1			6.5			6.5	4.3			4.3	5.0		
sM	0.6	0.6			0.7			0.7	0.4			0.4	0.7		
7. Ba - Op	$\bar{x}$ 43.7	44.3	0.8	0.1	44.4	0.2	26.7	44.4	44.1	0.5	36.5	44.1	42.9	1.9	0.5
s	3.4	3.2			6.7			6.7	3.6			3.6	3.9		
sM	0.5	0.5			0.7			0.7	0.4			0.4	0.6		
8. Spo-Ba	$\bar{x}$ 38.4	39.0	0.9	1.3	38.2	0.8	22.6	38.2	36.8	1.8	40.5	36.8	37.6	1.1	6.1
s	3.2	3.7			7.0			7.0	3.6			3.6	4.9		
sM	0.4	0.5			0.7			0.7	0.4			0.4	0.7		
9. Na - Ba	$\bar{x}$ 115.1	119.9	4.4	1.1	117.3	1.9	18.6	117.3	116.5	0.7	37.4	116.5	115.9	0.6	1.9
s	3.2	3.1			10.8			10.8	5.7			5.7	6.8		
sM	0.7	0.9			1.1			1.1	0.6			0.6	1.0		
10. Na - La	$\bar{x}$ 191.0	196.9	3.5	4.3	195.9	0.6	12.8	195.9	196.4	0.4	25.0	196.4	196.4	0.0	1.3
s	9.9	7.4			11.8			11.8	7.0			7.0	8.1		
sM	1.3	1.0			1.2			1.2	0.7			0.7	1.1		
11. Na - In	$\bar{x}$ 185.5	191.0	4.2	0.1	188.6	1.7	3.7	188.6	187.7	0.6	9.8	187.7	187.9	0.1	10.4
s	6.2	6.8			8.7			8.7	12.0			12.0	7.8		
sM	0.9	1.0			0.9			0.9	1.2			1.2	1.1		
12. Na - Br	$\bar{x}$ 123.2	124.4	1.0	0.1	125.3	0.8	0.1	125.3	124.8	0.4	34.2	124.8	124.1	0.5	23.6
s	6.4	6.2			6.4			6.4	11.8			11.8	6.1		
sM	0.9	0.9			0.6			0.6	1.2			1.2	0.9		
13. Br - La	$\bar{x}$ 130.0	132.7	1.1	41.7	130.4	1.8	6.0	130.4	130.4	0.0	14.1	130.4	131.4	0.9	1.7
s	17.4	6.6			9.0			9.0	6.1			6.1	7.2		
sM	2.4	0.9			0.9			0.9	0.6			0.6	1.0		
14. La - In	$\bar{x}$ 69.0	63.3	0.6	93.1	61.5	0.8	31.6	61.5	60.3	1.2	2.6	60.3	60.6	0.3	0.3
s	74.1	15.2			7.8			7.8	6.6			6.6	6.2		
sM	10.0	2.1			0.8			0.8	0.7			0.7	0.9		
15. In - Op	$\bar{x}$ 54.1	51.1	1.0	55.6	50.7	0.3	3.1	50.7	49.6	1.1	18.3	49.6	49.7	0.1	0.4
s	21.2	6.7			8.4			8.4	5.4			5.4	5.0		
sM	2.9	0.9			0.8			0.8	0.5			0.5	0.7		
16. Br - Ba	$\bar{x}$ 155.9	155.5	0.2	9.8	152.8	2.3	4.2	152.8	148.5	4.2	9.8	148.5	148.9	0.3	6.1
s	9.9	6.3			8.2			8.2	8.0			8.0	8.0		
sM	1.3	0.9			0.8			0.8	0.6			0.6	1.1		

	AG 1	AG 3	t	x ²	AG 5	t	x ²	AG 5	AG 7	t	x ²	AG 7	AG 9	t	x ²
17. Ia - Ba	$\bar{x}$ 132.6 s 68.1 sM 8.9	125.5 3.4 0.8	0.8	180.5	124.4 7.8 0.8	1.0	7.9	124.4 7.8 0.8	122.7 5.5 0.6	1.8	11.7	122.7 5.5 0.6	121.9 6.3 0.9	0.8	1.1
18. Frontalh.	$\bar{x}$ 32.7 s 50.8 sM 6.8	24.9 2.9 0.4	1.1	217.3	26.2 5.7 0.6	1.7	25.8	26.2 5.7 0.6	24.7 3.3 0.3	2.2	29.0	24.7 3.3 0.3	24.9 3.3 0.5	0.4	0.0
19. Parietalh.	$\bar{x}$ 40.3 s 63.6 sM 8.6	31.5 4.1 0.6	1.0	204.5	31.6 10.8 1.1	0.1	45.9	31.6 10.8 1.1	30.1 3.5 0.3	1.3	114.8	30.1 3.5 0.3	30.7 4.3 0.6	0.9	5.2
20. Occipitalh.	$\bar{x}$ 24.1 s 11.1 sM 1.5	23.8 3.8 0.5	0.2	49.5	24.7 9.9 1.0	0.8	45.3	24.7 9.9 1.0	23.5 3.0 0.3	1.2	113.9	23.5 3.0 0.3	23.5 3.5 0.5	0.0	1.6
21. Ia - Op	$\bar{x}$ 104.1 s 15.7 sM 2.1	103.6 5.8 0.8	0.2	43.9	103.6 8.4 0.8	0.3	8.6	103.6 8.4 0.8	100.9 5.2 0.6	2.3	12.7	100.9 5.2 0.6	101.9 6.8 1.0	0.9	1.5
Winkel am männl. Hirnschädel															
1. Na-Ts-Br	$\bar{x}$ 86.0 s 4.0 sM 0.5	86.8 4.1 0.6	1.0	0.0	89.0 4.6 0.5	2.9	1.0	89.0 4.6 0.5	90.1 4.3 0.4	1.8	0.4	90.1 4.3 0.4	90.6 4.6 0.6	0.6	0.2
2. Na-Ts-Ia	$\bar{x}$ 155.1 s 5.2 sM 0.7	155.5 5.2 0.7	0.5	0.0	155.8 11.3 1.1	0.2	31.6	155.8 11.3 1.1	157.7 5.3 0.5	1.5	51.2	157.7 5.3 0.5	157.3 6.1 2.3	0.2	83.9
3. Na-Ts-In	$\bar{x}$ 182.7 s 4.7 sM 0.6	183.8 4.9 0.7	1.2	0.0	184.0 10.1 1.0	0.2	29.3	184.0 10.1 1.0	185.4 5.7 0.6	1.2	30.4	185.4 5.7 0.6	187.0 6.1 0.9	1.5	0.3
4. Na-Ts-Op	$\bar{x}$ 208.2 s 4.4 sM 0.6	207.7 5.7 0.8	0.4	3.1	207.7 10.2 1.0	0.1	19.0	207.6 10.2 1.0	208.3 4.9 0.5	0.6	47.6	208.3 4.9 0.5	210.9 5.9 0.8	2.8	2.0
5. Ts-Ta-Br	$\bar{x}$ 59.3 s 3.2 sM 0.4	57.4 3.2 0.5	1.1	0.0	57.4 6.2 0.6	0.8	24.4	56.7 6.2 0.6	55.2 3.4 0.3	2.0	36.7	55.2 3.4 0.3	55.0 4.9 0.7	0.4	10.0
6. Na-Br-Ba	$\bar{x}$ 47.2 s 2.4 sM 0.3	49.0 2.0 0.3	4.1	1.8	49.0 5.3 0.5	0.7	46.5	49.4 5.3 0.5	49.4 2.7 0.3	0.3	40.2	49.2 2.7 0.3	49.5 2.8 0.4	0.6	0.0
7. Na-Br-Ia	$\bar{x}$ 97.5 s 3.2 sM 0.4	99.9 3.8 0.5	3.5	1.5	99.9 6.8 0.7	0.3	18.0	99.7 6.8 0.7	101.0 3.8 0.4	1.7	31.7	101.0 3.8 0.4	100.8 4.1 0.6	0.3	0.4
8. Br-Ia-Op	$\bar{x}$ 94.2 s 3.6 sM 0.5	93.6 3.8 0.5	0.9	0.3	92.2 7.6 0.8	1.4	25.1	92.2 7.6 0.8	91.9 4.0 0.4	0.4	37.9	91.9 4.0 0.4	91.6 5.7 0.8	0.3	9.3
9. Ts-Ia-Ba	$\bar{x}$ 26.0 s 2.0 sM 0.3	26.7 2.3 0.3	1.7	0.8	27.3 8.9 0.9	0.6	79.2	27.3 8.9 0.9	25.7 1.8 0.2	1.7	183.9	25.7 1.8 0.2	26.2 2.4 0.5	1.2	5.1
10. Br-Ia-In	$\bar{x}$ 114.6 s 4.7 sM 0.6	114.3 4.6 0.6	0.3	0.0	113.9 9.3 0.9	0.3	26.5	113.9 9.3 0.9	112.4 4.7 0.5	1.5	43.1	112.4 4.7 0.5	111.3 4.9 0.7	1.3	0.1

	AG 1	AG 3	t	x ²	AG 3	AG 5	t	x ²	AG 5	AG 7	t	x ²	AG 7	AG 9	t	x ²
11. Ia-In-Op	x 136.3	134.4	2.1	2.0	134.4	135.3	0.9	9.5	135.3	133.8	1.6	8.5	133.8	132.7	0.6	46.5
s 4.2	5.1	0.7			5.1	7.6			7.6	5.7			5.7	12.8		
sM 0.6	0.6				0.7	0.8			0.8	0.6			0.6	1.8		
12. Cl-Ba-Op	x 117.3	119.8	2.2	0.1	119.8	119.6	0.2	2.0	119.6	121.4	1.9	0.3	121.4	120.1	1.1	0.1
s 6.2	5.9	0.7			5.9	7.1			7.1	6.7			6.7	6.9		
sM 0.8	0.8				0.8	0.7			0.7	0.7			0.7	1.0		
13. Ba-Na-Br	x 81.0	79.2	3.4	1.1	79.2	78.2	1.2	32.9	78.2	76.5	2.5	65.2	76.5	76.5	0.1	1.7
s 2.5	2.9	0.4			2.9	6.5			6.5	2.7			2.7	3.2		
sM 0.3	0.4				0.4	0.7			0.7	0.3			0.3	0.5		
14. Na-Ba-Ia	x 106.8	106.4	0.4	6.6	106.4	107.3	0.8	7.7	107.3	110.6	3.4	28.9	110.6	110.9	0.4	1.6
s 4.1	5.8				5.8	8.3			8.3	4.8			4.8	5.6		
sM 0.5	0.8				0.8	0.8			0.8	0.5			0.5	0.8		
15. Ba-Op-In	x 133.2	134.9	1.5	1.4	134.9	135.5	0.4	4.9	135.5	135.0	0.4	0.5	135.0	133.0	0.9	29.6
s 5.5	6.5	0.9			6.5	8.6			8.6	8.0			8.0	15.3		
sM 0.7	0.9				0.9	0.9			0.9	0.8			0.8	2.2		
16. Na-Zp-Br	x 89.8	89.5	0.9	1.4	89.5	90.4	2.1	10.0	90.4	89.9	1.4	16.3	89.9	89.9	0.0	1.5
s 1.9	2.2				2.2	3.4			3.4	2.2			2.2	1.9		
sM 0.3	0.3				0.3	0.3			0.3	0.2			0.2	0.3		
17. Welcker	x 130.5	131.0	0.4	0.0	131.0	130.4	0.4	25.4	130.4	132.3	1.5	39.1	132.3	129.3	2.1	11.1
s 5.6	5.8	0.8			5.8	11.5			11.5	6.0			6.0	8.9		
sM 0.8	0.8				0.8	1.2			1.2	0.6			0.6	1.3		
18. Landzert	x 107.1	108.4	0.7	0.1	108.4	106.5	1.1	7.7	106.5	109.3	1.8	18.1	109.3	105.8	1.7	15.8
s 8.6	9.1				9.1	13.0			13.0	8.4			8.4	13.5		
sM 1.2	1.3				1.3	1.3			1.3	0.8			0.8	1.9		
19. Ba-Ts-Ob	x 147.9	148.1	0.2	0.0	148.1	148.4	0.2	9.9	148.4	150.1	1.6	8.2	150.1	147.2	2.3	3.3
s 5.8	5.8	0.8			5.8	8.7			8.7	6.5			6.5	8.2		
sM 0.8	0.8				0.8	0.9			0.9	0.7			0.7	1.2		
Strecken am mmmnl. Gesichtsschdel																
1. Ts - Spa	x 82.5	87.8	5.5	0.1	87.8	87.5	0.4	0.2	87.5	86.5	1.3	1.6	86.5	89.5	3.0	0.8
s 4.9	5.1				5.1	4.8			4.8	5.5			5.5	6.1		
sM 0.7	0.7				0.7	0.5			0.5	0.5			0.5	0.9		
2. Ts - Spp	x 53.4	56.8	5.0	1.1	56.8	56.8	0.0	2.6	56.8	56.9	0.2	0.0	56.9	60.6	1.8	108.2
s 3.8	3.3				3.3	4.0			4.0	4.0			4.0	14.2		
sM 0.5	0.5				0.5	0.4			0.4	0.4			0.4	2.0		
3. Ts - Gn	x 129.2	140.3	2.7	3.7	140.3	143.1	0.5	3.8	143.1	146.2	1.1	0.2	146.2	148.7	0.5	3.1
s 7.9	14.0				14.0	7.6			7.6	8.5			8.5	14.9		
sM 1.8	4.7				4.7	2.0			2.0	2.1			2.1	5.3		
4. Ts - Go	x 87.2	98.1	2.5	4.1	98.1	100.5	0.6	2.4	100.5	101.1	0.2	0.1	101.1	112.2	0.8	25.4
s 7.6	14.1				14.1	7.6			7.6	7.1			7.1	13.9		
sM 1.6	4.1				4.1	2.0			2.0	1.8			1.8	13.4		
5. Na - Fr	x 74.6	78.9	4.0	0.5	78.9	81.4	2.7	0.0	81.4	79.6	2.3	0.8	79.6	78.9	0.6	5.0
s 5.8	5.2				5.2	5.2			5.2	5.7			5.7	7.4		
sM 0.8	0.7				0.7	0.5			0.5	0.6			0.6	1.1		
6. Na - Spa	x 57.7	61.1	4.2	0.7	61.1	62.8	2.4	2.4	62.8	68.5	0.9	409.8	68.5	63.0	0.9	163.4
s 4.0	4.5				4.5	3.7			3.7	60.3			60.3	4.8		
sM 0.5	0.6				0.6	0.4			0.4	6.0			6.0	0.7		

	AG 1	AG 3	t	x ²	AG 5	t	x ²	AG 5	AG 7	t	x ²
7. Na - Gn	X 124.5	133.7	2.2	1.5	139.2	1.3	2.4	139.2	138.7	0.2	0.2
s 8.9	12.7	7.8			7.8			8.7	16.2		
sM 2.0	4.2	2.0			2.0			2.2	5.7		
8. Pr - Ba	X 106.5	112.8	5.6	0.2	111.1	1.5	3.2	111.1	109.2	1.9	0.9
s 5.8	5.3	3.3			6.9			7.6	8.4		
sM 0.8	0.8	0.3			0.7			0.8	1.2		
9. Gn - Ba	X 113.3	124.9	2.9	5.7	124.9	0.0	1.6	124.9	128.0	1.2	0.0
s 5.6	11.3	7.2			7.6			7.5	35.2		
sM 1.3	3.8	2.0			2.0			1.9	12.4		
10. Go - Ba	X 45.7	55.9	3.3	6.1	57.0	0.3	0.4	57.0	58.6	0.6	0.1
s 4.4	8.9	7.2			7.2			6.7	21.9		
sM 1.0	3.0	1.9			1.9			1.7	7.7		
11. Spa - Spp	X 49.5	51.2	2.6	2.9	51.5	0.4	0.0	51.5	50.9	1.1	0.0
s 2.9	3.7	3.8			3.8			3.8	54.2		
sM 0.4	0.5	0.4			0.4			0.4	1.8		
12. Gn - Go	X 74.2	80.8	2.6	0.1	80.1	0.2	0.0	80.1	80.8	0.3	0.0
s 5.9	6.6	7.1			7.1			6.9	19.3		
sM 1.4	2.2	2.2			1.8			1.7	6.8		
Winkel am mähnl. Gesichtsschädel											
1. Na-Ta-Go	X 104.0	102.3	0.6	6.3	105.2	1.0	4.1	105.2	101.5	2.6	0.3
s 3.8	7.9	2.6			4.2			4.2	5.6		
sM 0.9	2.6	1.1			1.1			1.1	0.9		
2. Na-Ta-Spp	X 77.8	76.9	1.1	0.6	79.4	2.9	2.7	79.4	80.0	0.9	1.2
s 3.7	4.2	5.1			5.1			4.6	4.6		
sM 0.5	0.6	0.6			0.5			0.5	0.7		
3. Na-Ta-Gn	X 70.5	70.0	0.3	0.5	72.9	1.8	1.2	72.9	70.5	1.4	0.4
s 3.7	3.0	1.2			1.2			1.1	5.0		
sM 0.9	1.0	1.1			1.1			1.2	1.2		
4. Na-Ta-Spa	X 43.4	43.8	0.7	4.4	45.4	2.6	1.2	45.4	45.8	0.8	0.2
s 2.9	3.9	3.4			3.4			3.6	3.6		
sM 0.4	0.6	0.6			0.3			0.3	0.4		
5. Ta-Na-Gn	X 77.4	79.8	1.9	0.0	78.7	0.7	0.9	78.7	81.4	1.6	0.1
s 3.2	3.2	4.5			4.5			4.5	4.9		
sM 0.7	1.1	1.1			1.1			1.1	1.2		
6. Ta-Na-Spa	X 79.6	81.1	1.7	1.5	81.1	0.1	0.1	81.1	80.8	0.6	0.1
s 4.0	4.7	4.9			4.9			4.9	4.8		
sM 0.5	0.7	0.5			0.5			0.5	0.5		
7. Ta-Na-Pr	X 85.7	87.4	2.1	4.7	86.4	1.4	0.7	86.4	85.8	0.9	4.5
s 3.4	4.7	4.2			4.2			4.2	5.2		
sM 0.5	0.7	0.4			0.4			0.4	0.5		
8. Ta-Spa-Spp	X 37.6	37.7	0.1	1.1	39.0	1.1	75.6	39.0	38.7	0.3	141.2
s 3.4	2.9	11.0			11.0			11.0	2.9		
sM 0.5	0.4	1.1			1.1			1.1	0.3		
9. Mandib.-W.	X 126.3	121.6	1.9	0.2	126.0	1.1	3.4	126.0	127.2	0.4	2.1
s 6.6	5.7	10.9			10.9			10.9	7.4		
sM 1.5	1.9	2.8			2.8			2.8	1.8		

Strecken am weibl. Hirsch del.

	AG 2	AG 4	t	x ²	AG 4	AG 6	t	x ²	AG 6	AG 8	t	x ²	AG 8	AG 10	t	x ²
1. Ts - Na	$\bar{x}$ 68.3 s 3.0 s _M 0.4	66.2 3.1 0.4	0.3	0.1	68.2 3.1 0.4	67.8 3.3 0.3	0.6	0.2	67.8 3.3 0.3	67.9 3.8 0.4	0.2	1.9	67.9 3.8 0.4	68.0 3.8 0.5	0.1	0.0
2. Ts - Ba	$\bar{x}$ 55.1 s 2.9 s _M 0.4	55.4 3.1 0.4	0.4	0.2	55.4 3.1 0.4	55.0 3.7 0.4	0.7	2.6	55.0 3.7 0.4	54.4 3.6 0.4	1.0	0.3	54.4 3.6 0.4	55.3 3.8 0.4	0.8	45.2
3. Ts - Br	$\bar{x}$ 100.8 s 4.8 s _M 0.7	104.4 14.0 2.0	1.7	47.3	104.4 14.0 2.0	100.9 5.3 0.5	1.7	67.6	100.9 5.3 0.5	98.7 4.7 0.5	3.0	1.4	98.7 4.7 0.5	99.5 5.7 0.7	1.0	2.7
4. Ts - La	$\bar{x}$ 125.1 s 6.0 s _M 0.8	125.4 7.0 1.0	0.3	1.1	125.4 7.0 1.0	125.2 6.4 0.6	0.1	0.4	125.2 6.4 0.6	125.5 6.0 0.6	0.3	0.5	125.5 6.0 0.6	124.6 6.7 0.9	0.8	0.8
5. Ts - In	$\bar{x}$ 113.7 s 4.6 s _M 0.7	114.0 5.9 0.8	0.3	2.9	114.0 5.9 0.8	113.9 5.7 0.6	0.0	0.1	113.9 5.7 0.6	115.2 5.2 0.5	1.6	0.7	115.2 5.2 0.5	113.5 5.1 0.7	1.9	0.0
6. Ts - Op	$\bar{x}$ 89.1 s 4.0 s _M 0.6	89.2 3.9 0.5	0.2	0.1	89.2 3.9 0.5	89.6 4.4 0.4	0.4	1.0	89.6 4.4 0.4	89.3 6.3 0.7	0.3	12.7	89.3 6.3 0.7	88.7 5.1 0.7	0.6	3.5
7. Ba - Of	$\bar{x}$ 42.2 s 2.6 s _M 0.4	42.4 3.3 0.5	0.4	3.2	42.4 3.3 0.5	42.4 3.4 0.3	0.1	0.1	42.4 3.4 0.3	42.7 3.4 0.4	0.6	0.0	42.7 3.4 0.4	42.0 3.4 0.4	1.2	0.0
8. Sro - Ba	$\bar{x}$ 37.0 s 2.6 s _M 0.4	36.6 3.5 0.5	0.6	4.7	36.6 3.5 0.5	35.8 3.3 0.4	1.3	0.8	35.8 3.3 0.4	35.8 3.9 0.3	0.0	6.2	35.8 3.9 0.3	35.9 4.5 0.6	0.1	10.8
9. Na - Ba	$\bar{x}$ 112.5 s 4.0 s _M 0.6	112.3 4.1 0.6	0.2	0.0	112.3 4.1 0.6	112.0 5.3 0.5	0.4	3.9	112.0 5.3 0.5	111.9 4.4 0.5	0.2	2.7	111.9 4.4 0.5	112.0 5.9 0.8	0.2	5.6
10. Na - La	$\bar{x}$ 182.9 s 6.7 s _M 1.0	189.5 8.2 1.1	0.4	1.9	189.5 8.2 1.1	186.0 13.2 1.3	0.9	13.2	186.0 13.2 1.3	189.3 10.2 1.1	0.8	6.2	189.3 10.2 1.1	188.8 7.7 1.0	0.3	5.4
11. Na - In	$\bar{x}$ 181.8 s 5.8 s _M 0.8	161.9 6.8 1.0	0.1	2.2	181.9 6.8 1.0	181.8 6.4 0.6	0.1	0.3	181.8 6.4 0.6	182.6 6.4 0.7	0.9	0.0	182.6 6.4 0.7	180.2 8.7 1.1	1.9	6.6
12. Na - Br	$\bar{x}$ 118.1 s 5.3 s _M 0.8	120.6 5.8 0.8	2.3	0.3	120.6 5.8 0.8	119.6 5.7 0.6	1.0	0.0	119.6 5.7 0.6	120.2 5.6 0.6	0.7	0.1	120.2 5.6 0.6	118.9 6.6 0.9	1.2	1.2
13. Br - La	$\bar{x}$ 127.8 s 6.3 s _M 0.9	128.4 7.2 1.0	0.4	0.8	128.4 7.2 1.0	127.7 12.1 1.2	0.4	15.7	127.7 12.1 1.2	127.4 7.0 0.7	0.2	27.2	127.4 7.0 0.7	125.8 5.4 0.7	1.5	4.2
14. La - In	$\bar{x}$ 58.3 s 8.1 s _M 1.1	59.2 8.7 1.2	0.5	0.3	59.2 8.7 1.2	59.4 8.0 0.8	0.2	0.5	59.4 8.0 0.8	57.9 7.3 0.8	1.4	0.8	57.9 7.3 0.8	58.5 7.1 0.9	0.5	0.1
15. In - Op	$\bar{x}$ 51.1 s 5.1 s _M 0.7	51.2 5.7 0.8	0.1	0.6	51.2 5.7 0.8	50.6 5.5 0.5	0.7	0.1	50.6 5.5 0.5	49.5 4.3 0.3	1.6	5.7	49.5 4.3 0.3	49.4 4.6 0.6	0.0	0.5
16. Br - Ba	$\bar{x}$ 147.5 s 4.8 s _M 0.7	149.6 5.4 0.8	2.0	0.7	149.6 5.4 0.8	146.9 7.1 0.7	2.6	4.4	146.9 7.1 0.7	144.2 6.1 0.6	2.8	2.1	144.2 6.1 0.6	144.0 7.4 1.0	0.2	2.7

	AG 2	AG 4	t	χ^2	AG 4	AG 6	t	χ^2	AG 6	AG 8	t	χ^2	AG 8	AG 10	t	χ^2
17. Ia - Ba	$\bar{x}$ 121.8	122.5	0.6	0.0	122.5	121.0	1.4	0.2	121.0	119.1	2.1	0.0	119.1	119.7	0.4	4.2
	s 6.0	6.0			6.0	6.3			6.3	6.2			6.2	7.9		
	em 0.9	0.8			0.8	0.6			0.6	0.7			0.7	1.0		
18. Frontalh.	$\bar{x}$ 24.6	25.8	1.9	1.2	25.8	24.1	3.5	0.5	24.1	23.9	0.5	8.3	23.9	24.0	0.3	2.7
	s 3.1	2.7			2.7	2.9			2.9	3.9			3.9	3.2		
	em 0.4	0.4			0.4	0.3			0.3	0.4			0.4	0.4		
19. Parietalh.	$\bar{x}$ 28.9	29.9	1.4	1.9	29.9	29.2	1.1	0.1	29.2	28.8	0.7	1.2	28.8	28.2	1.0	0.0
	s 3.2	4.0			4.0	3.8			3.8	3.4			3.4	3.4		
	em 0.5	0.6			0.6	0.4			0.4	0.4			0.4	0.4		
20. Occipitilh.	$\bar{x}$ 23.4	23.5	0.1	0.2	23.5	23.5	0.0	0.6	23.5	23.1	0.8	0.2	23.1	23.3	0.4	0.0
	s 3.9	4.1			4.1	3.8			3.8	3.9			3.9	3.9		
	em 0.5	0.6			0.6	0.4			0.4	0.4			0.4	0.5		
21. Ia - Op	$\bar{x}$ 101.1	102.1	0.7	0.5	102.1	101.6	0.4	0.0	101.6	99.0	2.7	0.5	99.0	99.9	0.7	0.7
	s 6.3	6.9			6.9	6.8			6.8	6.4			6.4	7.0		
	em 0.9	1.0			1.0	0.7			0.7	0.7			0.7	0.9		
Winkel am weibl. Hirsnschädel																
1. Na-Te-Br	$\bar{x}$ 86.9	87.8	1.1	0.7	87.8	88.1	0.5	0.8	88.1	90.1	3.2	5.6	90.1	88.4	2.3	3.5
	s 3.9	3.4			3.4	3.6			3.6	4.9			4.9	7.9		
	em 0.5	0.5			0.5	0.4			0.4	0.5			0.5	0.5		
2. Na-Te-La	$\bar{x}$ 154.4	155.6	1.1	3.1	155.6	155.6	0.0	1.3	155.6	158.4	3.9	0.6	158.4	157.7	3.3	0.1
	s 5.9	4.6			4.6	5.3			5.3	4.9			4.9	4.7		
	em 0.8	0.6			0.6	0.5			0.5	0.5			0.5	0.6		
3. Na-Te-In	$\bar{x}$ 182.4	183.5	1.3	7.0	183.5	183.5	0.0	4.2	183.5	185.7	2.9	1.8	185.7	183.2	2.8	1.0
	s 5.3	3.6			3.6	4.7			4.7	5.4			5.4	4.6		
	em 0.8	0.5			0.5	0.5			0.5	0.6			0.6	0.6		
4. Na-Te-Op	$\bar{x}$ 207.9	209.0	1.1	0.5	209.0	208.6	0.5	0.2	208.6	209.6	1.4	1.1	209.6	208.4	1.5	0.3
	s 4.8	4.4			4.4	4.7			4.7	5.2			5.2	4.9		
	em 0.7	0.6			0.6	0.5			0.5	0.5			0.5	0.6		
5. Te-Na-Br	$\bar{x}$ 58.2	58.2	0.0	2.8	58.2	57.4	1.7	2.5	57.4	55.3	4.5	0.3	55.3	56.8	2.7	0.0
	s 3.2	2.5			2.5	3.1			3.1	3.2			3.2	3.3		
	em 0.5	0.4			0.4	0.3			0.3	0.3			0.3	0.4		
6. Na-Br-Ba	$\bar{x}$ 48.3	47.4	2.4	6.3	47.4	48.5	2.9	27.5	48.5	48.6	0.2	1.4	48.6	48.9	0.6	3.5
	s 2.3	1.6			1.6	3.3			3.3	2.9			2.9	2.3		
	em 0.3	0.2			0.2	0.3			0.3	0.3			0.3	0.3		
7. Na-Br-La	$\bar{x}$ 100.6	99.0	2.2	0.5	99.0	100.3	2.0	1.8	100.3	100.5	0.5	0.3	100.5	100.9	0.7	0.6
	s 3.6	3.3			3.3	3.9			3.9	3.4			3.4	3.8		
	em 0.5	0.5			0.5	0.4			0.4	0.4			0.4	0.5		
8. Br-La-Op	$\bar{x}$ 91.7	92.4	1.1	3.4	92.4	92.3	0.3	0.0	92.3	91.3	1.7	0.1	91.3	91.7	0.6	1.2
	s 2.9	3.8			3.8	3.8			3.8	3.9			3.9	4.4		
	em 0.4	0.5			0.5	0.4			0.4	0.4			0.4	0.6		
9. Te-La-Ba	$\bar{x}$ 25.6	25.6	0.2	1.4	25.6	25.4	0.6	0.7	25.4	25.4	0.2	1.4	25.4	25.4	0.1	0.3
	s 1.4	1.7			1.7	1.9			1.9	1.7			1.7	1.8		
	em 0.2	0.2			0.2	0.2			0.2	0.2			0.2	0.2		
10. Br-La-In	$\bar{x}$ 112.2	112.9	0.8	6.1	112.9	112.7	0.2	2.7	112.7	112.3	0.7	0.3	112.3	112.2	0.1	1.3
	s 3.8	5.4			5.4	4.4			4.4	4.7			4.7	5.3		
	em 0.5	0.8			0.8	0.4			0.4	0.5			0.5	0.7		

	AG 2	AG 4	t	χ^2	AG 6	t	χ^2	AG 8	t	χ^2	AG 10	t	χ^2
11. Ia-In-Op	$\bar{x}$ 135.9 s 5.6 s _M 0.8	136.0 6.5 0.9	0.1	1.2	135.5 5.2 0.6	0.5	0.7	135.5 5.2 0.6	134.4 6.2 0.7	0.2	134.4 6.2 0.7	1.0	0.1
12. Cl-Ba-Op	$\bar{x}$ 121.3 s 5.3 s _M 0.8	121.7 5.9 0.8	0.3	0.5	121.7 6.3 0.6	0.9	0.3	122.7 6.2 0.6	122.4 6.2 0.6	0.3	122.4 6.2 0.6	0.3	4.9
13. Ba-Na-Br	$\bar{x}$ 79.6 s 3.0 s _M 0.4	80.1 2.7 0.4	0.8	0.4	78.7 3.5 0.3	2.4	3.5	77.0 3.1 0.3	77.0 3.1 0.3	1.4	77.0 3.1 0.3	0.9	1.1
14. Na-Ba-La	$\bar{x}$ 107.4 s 4.1 s _M 0.6	107.7 5.2 0.7	0.4	2.5	108.4 4.6 0.5	0.8	1.0	111.1 4.4 0.5	109.6 4.4 0.6	0.2	111.1 4.4 0.6	2.0	0.0
15. Ba-Op-In	$\bar{x}$ 133.4 s 0.1 s _M 0.9	132.5 6.3 0.9	0.6	0.8	131.7 7.5 0.7	0.7	0.4	132.9 7.7 0.8	131.9 7.7 0.8	0.0	132.9 7.7 0.8	0.8	0.4
16. Na-Zp-Br	$\bar{x}$ 89.9 s 2.3 s _M 0.3	90.5 2.3 0.3	1.5	0.0	90.5 2.3 0.2	0.2	1.1	90.0 2.3 0.2	90.1 2.3 0.2	1.1	90.0 2.3 0.2	0.4	1.8
17. Welcker	$\bar{x}$ 131.9 s 6.1 s _M 0.9	130.8 5.2 0.7	0.9	1.1	131.9 5.7 0.6	1.1	0.5	131.4 5.7 0.6	131.4 5.7 0.6	0.0	131.4 5.7 0.6	1.6	0.0
18. Landzert	$\bar{x}$ 112.1 s 7.6 s _M 1.1	110.3 8.4 1.2	1.2	0.4	110.3 8.7 0.9	0.1	0.1	108.6 9.1 1.0	110.7 9.1 1.0	0.2	108.6 9.1 1.0	1.4	0.0
19. Ba-Ts-Ob	$\bar{x}$ 150.1 s 6.7 s _M 0.9	149.3 6.3 0.9	0.6	0.2	150.0 6.2 0.6	0.6	0.0	149.5 6.2 0.6	151.7 6.5 0.9	0.2	149.5 6.2 0.6	2.1	0.4

Strecken am Wahl. Gesichtsschädel													
1. Ts - Spa	$\bar{x}$ 81.2 s 4.8 s _M 0.7	83.0 5.0 0.7	1.8	0.1	82.9 4.1 0.4	0.1	2.2	82.9 4.1 0.4	82.9 4.4 0.5	0.0	82.9 4.4 0.5	2.0	0.8
2. Ts - Spv	$\bar{x}$ 51.2 s 3.7 s _M 0.5	54.5 5.6 0.8	3.4	8.8	53.6 3.1 0.3	1.0	26.3	54.4 3.3 0.3	54.4 3.3 0.3	1.6	54.4 3.3 0.3	0.2	1.2
3. Ts - Gn	$\bar{x}$ 127.6 s 5.9 s _M 1.2	136.2 7.5 1.6	4.3	1.3	132.6 6.6 1.4	1.7	0.4	131.3 6.6 1.4	131.3 6.6 1.4	0.2	131.3 6.6 1.4	0.4	16.3
4. Ts - Go	$\bar{x}$ 85.8 s 6.4 s _M 1.4	89.4 8.4 1.8	1.6	1.5	95.5 8.4 4.6	1.2	17.8	93.5 8.3 1.6	93.5 8.3 1.6	0.4	93.5 8.3 1.6	0.7	0.8
5. Na - Pr	$\bar{x}$ 72.8 s 3.4 s _M 0.5	75.5 4.7 0.7	3.4	4.5	75.8 4.0 0.4	0.4	1.7	74.2 4.0 0.4	74.2 4.0 0.4	2.2	74.2 4.0 0.4	0.5	0.3
6. Na - Spa	$\bar{x}$ 57.0 s 2.4 s _M 0.3	58.5 3.5 0.5	2.4	6.6	58.6 3.2 0.3	0.2	0.7	58.7 3.2 0.3	58.7 3.2 0.3	0.3	58.7 3.2 0.3	0.9	3.7

	AG 2	AG 4	t	x ²	AG 4	AG 6	t	x ²	AG 6	AG 8	t	x ²	AG 8	AG 10	t	x ²
7. Na - Gn	$\bar{x}$ 124.2	$\bar{x}$ 130.0	2.5	1.3	130.0	128.6	0.6	1.0	128.6	126.4	0.8	3.3	126.4	128.8	0.6	3.4
s	6.9	8.8			8.8	7.1			7.1	10.7			10.7	9.7		
s_M	1.5	1.8			1.8	1.5			1.5	2.5			2.5	1.9		
8. Pr - Ba	$\bar{x}$ 105.5	$\bar{x}$ 107.6	1.2	0.0	107.6	106.7	0.7	13.5	106.7	103.7	3.8	0.5	103.7	102.0	1.5	7.6
s	8.8	8.8			8.8	5.7			5.7	5.3			5.3	7.3		
s_M	1.3	1.2			1.2	0.6			0.6	0.6			0.6	1.0		
9. Gn - Ba	$\bar{x}$ 111.3	$\bar{x}$ 119.0	4.3	1.2	119.0	116.0	1.7	1.2	116.0	120.8	2.6	3.2	120.8	120.3	0.3	1.2
s	6.7	5.3			5.3	6.7			6.7	4.4			4.4	3.1		
s_M	1.4	1.1			1.1	1.4			1.4	1.0			1.0	1.0		
10. Go - Ba	$\bar{x}$ 44.1	$\bar{x}$ 49.2	3.2	0.3	49.2	49.6	0.2	0.1	49.6	54.0	2.7	0.4	54.0	53.7	0.2	0.1
s	5.7	5.1			5.1	5.5			5.5	4.6			4.6	5.4		
s_M	1.2	1.1			1.1	1.2			1.2	1.1			1.1	1.7		
11. Spa - Spp	$\bar{x}$ 48.5	$\bar{x}$ 48.4	0.1	2.0	48.4	48.9	1.1	4.1	48.9	49.2	0.6	0.4	49.2	47.6	2.9	2.7
s	3.0	2.5			2.5	3.2			3.2	3.0			3.0	3.6		
s_M	0.4	0.3			0.3	0.3			0.3	0.3			0.3	0.5		
12. Gn - Go	$\bar{x}$ 74.1	$\bar{x}$ 77.9	2.5	0.4	77.9	75.2	1.8	0.3	75.2	76.2	0.6	1.2	76.2	75.8	0.2	0.1
s	5.6	4.3			4.3	5.5			5.5	4.2			4.2	3.9		
s_M	1.2	1.0			1.0	1.1			1.1	1.0			1.0	1.3		
Winkel am weibl. Gesichtsschädel																
1. Na-Ts-Go	$\bar{x}$ 105.5	$\bar{x}$ 101.7	2.1	3.2	101.7	104.5	1.4	0.2	104.5	99.9	2.5	2.4	99.9	103.8	2.2	0.0
s	4.9	7.3			7.3	6.7			6.7	4.3			4.3	4.5		
s_M	1.0	1.5			1.5	1.4			1.4	1.0			1.0	1.4		
2. Na-Ts-Spp	$\bar{x}$ 78.2	$\bar{x}$ 90.2	0.9	228.8	90.2	78.7	0.9	450.2	78.7	79.7	1.6	0.4	79.7	79.7	0.0	1.3
s	4.4	92.9			92.9	4.3			4.3	4.0			4.0	4.6		
s_M	0.6	13.0			13.0	0.4			0.4	0.4			0.4	0.6		
3. Na-Ts-Gn	$\bar{x}$ 71.9	$\bar{x}$ 70.6	0.9	1.1	70.6	72.3	1.3	0.5	72.3	67.9	3.0	0.1	67.9	70.8	1.6	0.1
s	5.1	4.0			4.0	4.7			4.7	4.4			4.4	4.0		
s_M	1.1	0.8			0.8	1.0			1.0	1.1			1.1	1.3		
4. Na-Ts-Spa	$\bar{x}$ 43.9	$\bar{x}$ 44.1	0.4	0.1	44.1	44.6	0.9	0.0	44.6	45.1	1.1	11.1	45.1	45.5	0.6	2.1
s	3.0	2.9			2.9	3.0			3.0	4.2			4.2	3.5		
s_M	0.4	0.4			0.4	0.3			0.3	0.4			0.4	0.5		
5. Ts-Na-Gn	$\bar{x}$ 77.4	$\bar{x}$ 79.9	1.9	1.3	79.9	78.4	1.2	1.2	78.4	83.1	3.2	0.7	83.1	79.0	2.5	0.0
s	4.9	3.8			3.8	4.8			4.8	3.9			3.9	3.7		
s_M	1.0	0.8			0.8	1.0			1.0	1.0			1.0	1.2		
6. Ts-Na-Spa	$\bar{x}$ 80.5	$\bar{x}$ 82.0	1.7	0.7	82.0	88.6	0.9	220.8	88.6	81.0	1.0	432.4	81.0	79.5	2.3	6.1
s	4.9	4.3			4.3	7.3			7.3	3.3			3.3	4.5		
s_M	0.7	0.6			0.6	7.3			7.3	0.3			0.3	0.6		
7. Ts-Na-Pr	$\bar{x}$ 86.0	$\bar{x}$ 88.0	2.1	0.1	88.0	94.8	0.9	216.1	94.8	85.2	1.3	404.8	85.2	83.8	1.8	5.2
s	4.7	4.5			4.5	7.6			7.6	3.7			3.7	4.9		
s_M	0.7	0.6			0.6	7.6			7.6	0.4			0.4	0.7		
8. Ts-Spa-Spp	$\bar{x}$ 36.3	$\bar{x}$ 37.3	1.7	1.0	37.3	40.7	1.1	181.4	40.7	38.9	0.6	298.5	38.9	39.5	1.2	2.0
s	3.1	2.7			2.7	30.1			30.1	2.9			2.9	3.4		
s_M	0.4	0.4			0.4	3.0			3.0	0.3			0.3	0.4		
9. Mandib.-W.	$\bar{x}$ 125.4	$\bar{x}$ 127.1	0.7	0.0	127.1	124.2	1.3	0.5	124.2	127.2	1.2	0.6	127.2	128.0	0.2	0.5
s	7.8	8.2			8.2	7.0			7.0	8.4			8.4	10.2		
s_M	1.7	1.7			1.7	1.5			1.5	2.0			2.0	3.2		

D. Diskussion

Die Maßangaben in den Tabellen werden ohne Bezugsmaß gemacht. Es handelt sich immer um Millimeter bzw. Grad bei den Winkeln.

Streckenmaße werden nur mit denen anderer Autoren verglichen, wenn der Vergrößerungsfaktor bekannt ist bzw. die Realmaße angegeben sind. Relative Längenänderungen werden auch ohne Kenntnis dieses Faktors berücksichtigt.

Beim Vergleich mit den Untersuchungen von FREIESLEBEN und LUTZ (1965) ergeben sich bei einigen Messungen gering niedrigere Werte. Da es sich hier um eine grundsätzliche Differenz handelt, soll eine mögliche Ursache erörtert werden.

Die genannten Autoren haben Messungen an Schädeln von Säuglingen und Kindern durchgeführt. Da in diesem Alter keine geschlechtlichen Unterschiede im Schädelbau vorhanden sind, haben sie die Bilder nicht nach Geschlechtern getrennt. Im Alter von 12 - 15 Jahren beginnen jedoch diese Unterschiede. In der letzten Altersgruppe von FREIESLEBEN und LUTZ, die sich mit unserer ersten Altersgruppe überschneidet, machen sich die Geschlechtsunterschiede bemerkbar und ergeben, wenn man sie unberücksichtigt läßt, einen "Mittelwert" geringer Aussagefähigkeit, der zum Vergleich wenig geeignet ist. Da das Schädelwachstum mit 12 Jahren noch nicht abgeschlossen ist, beeinflußt auch die Einteilung in unterschiedliche Altersklassen die Ergebnisse. FREIESLEBEN und LUTZ fassen in ihrer Altersgruppe 13 die 13. und 14. Lebensjahre zusammen (12 und 13 Jährige !), während unsere Altersgruppe 1 bzw. 2 die 12 - 15 Jährigen umfaßt.

I. Schädelbasis

a. Basiskrümmung

R. VIRCHOW (1856) beschrieb als erster die Krümmung der Schädelbasis. Im Zusammenhang mit dem Wachstum des Stammhirns soll sie vom 3. Foetalmonat an abnehmen, dann wieder größer werden durch die Ausdehnung der Großhirnhemisphären, um etwa zur Zeit der Pubertät einen konstanten Wert zu erreichen, der etwa dem des 2. Foetalmonats entspricht.

A. DABLOW (1929, 1931) konstatierte sowohl phylogenetisch als auch ontogenetisch eine Senkung der Schädelperipherie um ein Zentrum, das etwa mit der Hypophysengrube identisch ist. Diese Beobachtung wurde von STADTMÜLLER (1943) anthropologisch bestätigt. Die Krümmung der Basis ist ein Teil dieses Senkungsvorganges der Schädelperipherie.

Zur Geburt steht die vordere Schädelgrube noch relativ steil; durch das Hemisphärenwachstum kommt es dann zur Senkung, die nach W. BERGERHOFF (1953) beim Erwachsenen etwa 12.5° erreicht.

Drei Winkel haben sich zur Bestimmung der Basiskrümmung bewährt:

1. WELCKER-Winkel
2. LANDZERT-Winkel
3. Ba-Ts-Orb

Für diese Winkel ließ sich zwischen den Altersgruppen bei beiden Geschlechtern eine signifikante Differenz der Mittelwerte nicht nachweisen, d.h. die Basiskrümmung bleibt bis ins hohe Alter konstant. Bei Zusammenfassung aller Altersgruppen (12 Jahre bis über 70 Jahre) errechnen sich die folgenden Durchschnittswerte:

WELCKER-Winkel	♂	130.7	($s_M = 0.4$)
	♀	131.8	($s_M = 0.3$)
LANDZERT-Winkel	♂	107.4	($s_M = 0.6$)
	♀	110.1	($s_M = 0.5$)
Ba-Ts-Orb.	♂	148.3	($s_M = 0.4$)
	♀	150.1	($s_M = 0.3$)

Nach BERGERHOFF und STILZ (1954) ist der WELCKER-Winkel ein Maß, das die Außenarchitektur der Schädelbasis repräsentiert, während der LANDZERT-Winkel die Innenarchitektur widerspiegelt. Durch Anpassung an die Form des Gehirns finden sich bei diesem Winkel wesentlich höhere Standardabweichungen (PANKOW 1948, WAIBEL 1952, VOELKEL 1952, BERGERHOFF und STILZ 1954, MARTIN und SALLER 1959, SCHMIDT und FISCHER 1960, FISCHER 1963).

Auch bei den eigenen Messungen fand sich bei beiden Geschlechtern eine signifikant größere durchschnittliche Standardabweichung aller Altersgruppen für den LANDZERT-Winkel:

WELCKER-Winkel	♂ s = 8.2
	♀ s = 5.7
LANDZERT-Winkel	♂ s = 10.7
	♀ s = 8.7

Offenbar ist diese unterschiedliche Standardabweichung aber auch durch eine gewisse Unsicherheit in der Messung bedingt. Die Berührungslinien an die Krümmungen des Clivius und des Planum sphenoidale sind im Röntgenbild nicht so eindeutig zu bestimmen wie die Schenkel des WELCKER-Winkels, die durch gut darstellbare Punkte definiert sind (H. SCHMIDT und E. FISCHER 1960). Der Vergleich unserer Ergebnisse mit denen anderer Autoren bringt eine gute Übereinstimmung und beweist die Konstanz der Basiskrümmung, die sich also nach der Pubertät bei beiden Geschlechtern nicht mehr ändert.

PANKOW (1948):

WELCKER-Winkel: 130.0 (Frauen zw. 21 u. 36 J.)

WAIBEL (1952):

WELCKER-Winkel: 132.0 (Frauen 22 J.)

BERGERHOFF (1953):

WELCKER-Winkel: 133.0 (Männer 20-49 J.)
132.0 (Frauen 20-49 J.)

BJÖRK (1955)

Dieser Autor findet für den Winkel Na-Sella-

mitte-Basion bei Längsschnittuntersuchungen
fast identische Werte:

130.8 (Männer 12 J.)

131.6 (Männer 20 J.)

SCHMIDT u. FISCHER (1960)

WELCKER-Winkel: 132.0 (Erwachsene)

LANDZERT-Winkel: 112.0 (Erwachsene)

FISCHER (1963)

WELCKER-Winkel: 131.6 (Männer Erw.)

131.3 (Frauen Erw.)

DÜRR (1963)

WELCKER-Winkel: 131.9 (Männer Erw.)

132.5 (Frauen Erw.)

Ba-Ts-Orb: 148.9 (Männer Erw.)

151.2 (Frauen Erw.)

FREIESLEBEN u. LUTZ (1965)

WELCKER-Winkel: 133.2 (12-13 J.)

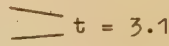
LANDZERT-Winkel: 109.2 (12-13 J.)

Ba-Ts-Orb: 152.4 (12-13 J.)

Diese Werte liegen alle gering über dem errechneten Mittelwert für beide Geschlechter. Hier kommt der Unterschied in der Zusammensetzung der Altersklassen zum Ausdruck (s.o.), da die Basiskrümmung erst nach dem 13. Jahr ihren konstanten Wert erreicht.

b. Die occipitale-cerebrale Basisstrecke:

Die Verbindungslinie Ts-Ba bildet den hinteren Schenkel des WELCKER-Winkels. Während die Länge dieser Strecke bei der Frau in allen Altersgruppen konstant bleibt, ergibt sich beim Mann folgender Verlauf:

AG 1	56.2	($s_M = 0.5$)	
AG 3	58.7	($s_M = 0.6$)	
AG 5	59.5	($s_M = 1.1$)	
AG 7	56.7	($s_M = 0.4$)	
AG 9	57.3	($s_M = 0.7$)	

Die Differenz der Mittelwerte zwischen AG 1 und AG 3 ist mit $t = 3.1$ signifikant. Beim Vergleich der AG 1 mit AG 5 wird die strenge Signifikanzgrenze ($\alpha = 0.003$ bzw. $t = 3$) nicht erreicht ($t = 2.6$), hier wirkt sich wahrscheinlich die hohe Streuung des Mittelwertes der AG 5 ($s_M = 1.1$) ungünstig aus. Möglicherweise wird daher auch die nach den gefundenen Mittelwerten zu vermutende Verkürzung der Strecke im Alter nicht signifikant.

Eine geringe Verlängerung entspricht den Ergebnissen anderer Autoren:

FISCHER (1963)	Eigene Meßergebnisse
50.0 (σ Erw., Realmaß)	50.6 (σ 21-50 J., Realmaß)

FREIESLEBEN u. LUTZ (1965)	
47.9 (12-13 J., Realmaß)	47.3 (σ + φ 12-15 J., Realmaß)

Um die Ergebnisse vergleichen zu können, wurden alle Werte unter Berücksichtigung des Vergrößerungsfaktors auf die Realmaße reduziert.

BJÖRK (1955) findet bei Längsschnittuntersuchungen zwischen dem 12. und 20. Lebensjahr eine Verlängerung der Strecke Sellamitte-Basion um 3.7 mm.

Die Vergrößerung des Abstandes Ts-Ba ist aus einem Wachstum im Bereich der Synchondrosis sphenooccipitalis gut vorstellbar, da diese erst im Erwachsenenalter verknöchert (MARTIN u. SALLER 1959).

Da ein fester Bezugspunkt fehlt, ist es nicht möglich, zu entscheiden, ob die Verlängerung der Strecke Ts-Ba auf einer Lageänderung des Basion, des Tuberculum sellae oder auf beides zurückzuführen ist. Bei konstantem WELCKER-Winkel muß man bei einer Hebung des Tuberculum sellae eine gleichsinnige Änderung der Lage des Nasion annehmen.

Hier stellt sich die Frage nach dem "Punctum fixum" der Schädelentwicklung. Damit ist der Ort gemeint, der sich ontogenetisch am wenigsten verändert. Je nach Fragestellung wurde dieser Orientierungspunkt verschieden gewählt (FISCHER 1963).

1. Ohr-Augen-Ebene (RANKE 1892)
2. Die vom Individuum eingenommene Horizontalebene.
3. Planum sphenoidale Ebene.
4. Horizontaler Bogengang (DELATTRE 1951)
5. Strecke Sellazentrum-Nasion.
6. Basion
7. Dorsum sellae (DABELOW 1929, 1931)
8. Tuberculum sellae

Die Ergebnisse weichen entsprechend dem gewählten Bezugssystem voneinander ab. DABELOW (1929, 1931) fand eine Senkung der Schädelperipherie um ein in der Gegend der Hypophyse gelegenes Zentrum (s.Einl.). KUMMER (1952) und FORD (1958) beschreiben postnatal ein Ansteigen der Sellaregion durch das Wachstum der Synchrondrosis sphenoccipitalis und durch die Pneumatisation des Keilbeins. BODE (1951) fand ziemlich konstante Beziehungen zwischen der Ohr-Augen-Ebene und der Lage des Basion. Davon ausgehend beschreibt der Autor nicht eine Senkung der lateral von der Hypophyse gelegenen Partien wie DABELOW (s.o.), sondern ein Ansteigen des Zentrums. DELATTRE (1951) konnte bei Bezug auf den horizontalen Bogengang zeigen, daß sich das Planum sphenoidale und die Sellaregion anheben.

In der vorliegenden Arbeit wird das Tuberculum sellae bzw. die Ebene Tuberculum sellae-Nasion als Bezugssystem gewählt.

c. Die frontale-cerebrale Basisstrecke

Die Verbindungslinie Ts-Na bildet den vorderen Schenkel des WELCKER-Winkels. Bei der Frau bleibt die Länge dieser Strecke im Mittel ebenfalls über alle Altersgruppen konstant. Beim Mann finden sich in den verschiedenen Altersklassen unterschiedliche Werte:

AG 1	70.6	($s_M = 0.5$)	— $t = 3.9$
AG 3	73.4	($s_M = 0.6$)	
AG 5	71.4	($s_M = 0.4$)	
AG 7	70.5	($s_M = 0.4$)	
AG 9	71.2	($s_M = 0.7$)	

FISCHER (1963)

Eigene Meßergebnisse

59.6 (σ Erw., Realmaß)

60.7 (σ 21-50 J., Realmaß)

FREIESLEBEN u. LUTZ (1965)

59.3 (12-13 J., Realmaß)

59.1 ($\sigma + \varphi$ 12-15 J., Realmaß)

YADEGARDJAM (1965)

59.3 (♂ 20-30 J., Realmaß)	60.7 (♂ 21-50 J., Realmaß)
59.5 (♂ üb. 60 J., Realmaß)	59.5 (♂ 51-70 J., Realmaß)

Andere Autoren wählten für diese sehr häufig gemessene Strecke etwas differierende Endpunkte, so daß ihre Ergebnisse zum Vergleich wenig geeignet sind.

BERGERHOFF verwendet als frontale Begrenzung den Übergang der Orbitadachkontur in die Lamina interna der Squama frontalis. Damit mißt er die Länge der vorderen Schädelgrube, die der Autor als eine Konstante im Schädelbauplan bezeichnet. BJÖRK, LINDEGARD und BRODIE messen vom Sellazentrum aus, FORD vom Medianpunkt des Sellavorderrandes. SCHMID u. FILTHUTH begrenzen diese Strecke vorne am Schnittpunkt der Squama frontalis und den Partes orbitales ossis frontalis.

Unser Mittelwert für die AG 1 deckt sich mit dem von FREIESLEBEN und LUTZ, der für die AG 5 liegt nur unwesentlich über den Messungen von FISCHER und YADEGARDJAM. Die Autoren nennen fast gleiche Längen, demnach wäre - entsprechend den eigenen Messungen - zwischen dem 12. Jahr und dem Erwachsenenalter kein Wachstum festzustellen. Auffallend ist der hohe Mittelwert der AG 3 (16 - 20 Jährige).

BJÖRK (1955) beschreibt bei Längsschnittuntersuchungen zwischen 12. und 20. Jahr eine Verlängerung der Strecke Sellamitte-Nasion sogar um 5 mm, leider liegen aber keine entsprechenden Vergleichsmessungen für spätere Lebensphasen vor.

Um die nach diesen Ergebnissen zu vermutende Änderung der Lage des Nasion in AG 3 näher zu untersuchen, waren detailliertere Messungen zwischen Lamina externa und Lamina interna des Os frontale, insbesondere Messungen der Stirnhöhlengröße notwendig. Solche Untersuchungen wurden durchgeführt; da jedoch eindeutige Meßpunkte an der Lamina interna ossis frontalis röntgenologisch nicht sicher darstellbar sind, war eine endgültige Lösung dieses Problems nicht möglich.

d. Die faziale Basisstrecke Nasion-Basion

Da der WELCKER-Winkel konstant bleibt, kommen die Längenänderungen der beiden genannten Basisstrecken (Ts-Na und Ts-Ba) auch in den Mittelwerten für die faziale Basisstrecke (Na-Ba) zum Ausdruck.

AG 1	115.1	($s_M = 0.7$)	$t = 4.4$
AG 3	119.9	($s_M = 0.9$)	
AG 5	117.3	($s_M = 1.1$)	
AG 7	116.5	($s_M = 0.6$)	
AG 9	115.9	($s_M = 1.0$)	

FISCHER (1963)

Eigene Meßergebnisse

99.7 (σ Erw., Realmaß)

99.7 (σ 21-50 J., Realmaß)

FREIESLEBEN u. LUTZ (1965)

97.1 (12-13 J., Realmaß)

96.7 ($\sigma + q$ 12-15 J., Realmaß)

BJÖRK (1955) findet entsprechend den großen Veränderungen für die Werte der cerebralen Basisstrecken zwischen dem 12. und 20. Lebensjahr (s.o.) sogar eine Verlängerung um 8 mm.

Wie bei der occipitalen-cerebralen Basisstrecke findet sich also auch bei der fazialen Basisstrecke eine starke Längenzunahme in der Jugend. Die nach den Meßwerten zu vermutende Verkürzung im Alter ist nicht signifikant. Die große Differenz zwischen AG 3 und AG 5 erklärt sich aus der Lageänderung des Nasion (s.S.24).

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß während des Beobachtungszeitraumes bei beiden Geschlechtern die Basiskrümmung konstant bleibt. Veränderungen an den Basisstrecken treten nur beim Mann auf. Die occipitale-cerebrale- und die faziale Basisstrecke werden während des Wachstums in der Jugend länger. Die Messungen der frontalen-cerebralen Basisstrecke lassen eine Verlängerung bei den 16-20 Jährigen vermuten. Im Erwachsenenalter wird der Wert der 12-15 Jährigen fast wieder erreicht. Eine Regression der Basisstrecken im Alter läßt sich statistisch nicht sicher nachweisen.

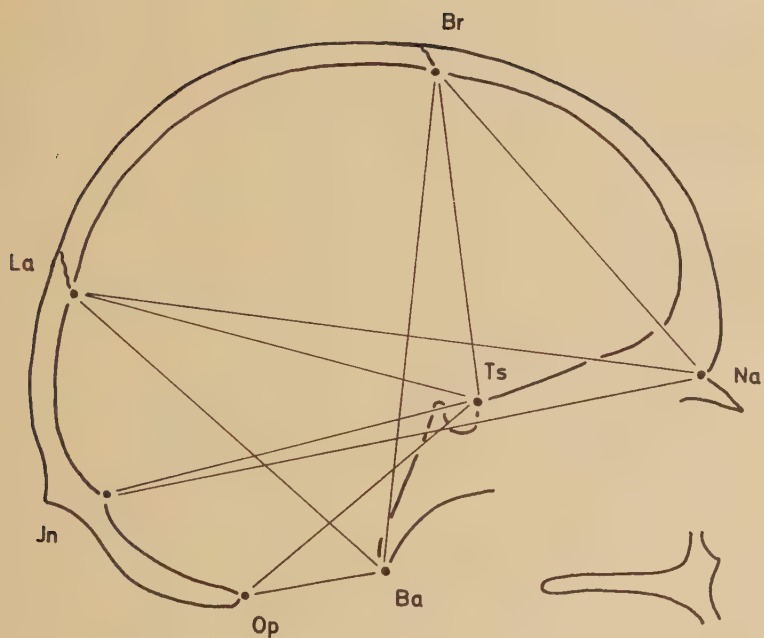


Abb. 4 Übersicht über die Streckenmessungen von der Schädelbasis zur Kalotte

II. Schädelkalotte

a. Messungen von der Schädelbasis zur Kalotte

1. Strecken (Abb.4)

Tuberculum sellae - Endobregma

AG 1	106.5	($s_M = 0.8$)	$t = 4.7$
AG 3	105.3	($s_M = 0.8$)	
AG 5	104.8	($s_M = 1.0$)	
AG 7	101.8	($s_M = 0.5$)	
AG 9	100.9	($s_M = 0.9$)	

FISCHER (1963)

Eigene Meßergebnisse

88.6 (σ Erw., Realmaß)

89.1 (σ 21-50 J., Realmaß)

FREIESLEBEN u. LUTZ (1965)

103.0 (12-13 J.)

103.6 ($\sigma + \varphi$ 12-15 J.)

YADEGARDJAM (1965)

105.5 (σ 20-30 J.)

104.8 (σ 21-50 J.)

100.9 (σ üb. 65 J.)

100.9 (σ üb. 70 J.)

Die Strecke Ts-Br verkürzt sich also von der ersten Altersgruppe an langsam, im Alter schneller. Das Ergebnis entspricht somit dem von BERGERHOFF und HÖBLER (1953); die Autoren messen schon am kindlichen Schädel den Maximalwert für diese Strecke. Die Schädelkalotte flacht sich also schon früh ab. YADEGARDJAM (1965) konnte eine deutliche Abflachung im Alter nachweisen, ein Ergebnis, das die eigenen Untersuchungen bestätigt.

Endobregma-Basion

Die Abflachung der Schädelkalotte wird auch an der Strecke Br-Ba sichtbar, die sich zwischen AG 1 und AG 9 um etwa 7 mm verkürzt ($t = 5.1$).

Für die Verbindungslinien vom Tuberculum sellae zum Endolambda, Endinion und Opisthion ließ sich eine Verlängerung in der Jugend nachweisen.

Tuberculum sellae - Endolambda

AG 1	125.9	($s_M = 0.9$)	$t = 3.0$
AG 3	128.0	($s_M = 0.8$)	
AG 5	130.1	($s_M = 1.1$)	
AG 7	129.3	($s_M = 0.6$)	
AG 9	128.1	($s_M = 0.9$)	

FISCHER (1963)

Eigene Meßergebnisse

112.8 (σ Erw., Realmaß)

110.6 (σ 21-50 J., Realmaß)

FREIESLEBEN u. LUTZ (1965)

125.7 (12-13 J.)

125.5 ($\sigma + \varphi$ 12-15 J.)

YADEGARDJAM (1965)

126.5 (σ 20-30 J.)

130.1 (σ 21-50 J.)

127.5 (σ ü. 65 J.)

128.1 (σ ü. 70 J.)

Der erste Wert bei YADEGARDJAM liegt etwas unter dem eigenen Wert für die 21-50 Jährigen. Der Grund liegt wahrscheinlich in den unterschiedlichen Altersgruppen, da diese Strecke auch im Erwachsenenalter noch länger wird.

Tuberculum sellae - Endinion

AG 1	115.0	($s_M = 0.7$)	$t = 3.0$
AG 3	118.0	($s_M = 0.7$)	
AG 5	117.7	($s_M = 0.8$)	
AG 7	118.5	($s_M = 0.5$)	
AG 9	117.2	($s_M = 0.8$)	

FISCHER (1963)

Eigene Meßergebnisse

99.6 (σ Erw., Realmaß)

100.0 (σ 21-50 J., Realmaß)

FREIESLEBEN u. LUTZ (1965)

113.6 (12-13 J.)

114.3 ($\sigma + \varphi$ 12-15 J.)

YADEGARDJAM (1965)

116.7 (σ 20-30 J.)

117.7 (σ 20-50 J.)

116.9 (σ ü. 65 J.)

117.2 (σ ü. 70 J.)

Tuberculum sellae - Opisthion

AG 1	90.7	($s_M = 0.6$)	$t = 3.0$
AG 3	93.3	($s_M = 0.6$)	

AG 5	92.9	($s_M = 0.7$)
AG 7	92.7	($s_M = 0.4$)
AG 9	92.3	($s_M = 0.7$)

FISCHER (1963) Eigene Meßergebnisse
 81.4 (σ Erw., Realmaß) 79.0 (σ 21-50 J., Realmaß)

FREIESLEBEN u. LUTZ (1965)
 89.1 (12-13 J.) 89.9 ($\sigma + \varphi$ 12-15 J.)

SCHMID u. FILTHUTH (1961) haben die Strecke Ts-Op nicht gemessen; die Strecke IV (Tuberculum sellae - Synchronodosis basilateralis ossis occipitalis im röntgenologischen Schnittpunkt mit der Schädelkapsel) hat aber mit 90 mm für 13.5 - 14.5 Jährige bei diesen Autoren etwa die gleiche Länge wie die Strecke Ts-Op bei FREIESLEBEN u. LUTZ und in der vorliegenden Arbeit. Der von SCHMID u. FILTHUTH konstruierte Punkt wird also nicht wesentlich von der Lage des Opisthion abweichen.

In den Meßergebnissen für die genannten Strecken Ts-La, Ts-In und Ts-Op drückt sich ein starkes Wachstum des Hinterkopfes in der Jugend aus. Da sich die Strecke Ts-Br nicht verlängert, ergibt sich daraus eine länglichere Kopfform beim Erwachsenen im Vergleich zum Jugendlichen und Kind. Im Alter verstärkt sich diese Formänderung durch die Verkürzung der Strecke Ts-Br (s.S.26), bei unveränderter Länge der Strecken Ts-La, Ts-In und Ts-Op. Eine nach den Mittelwerten besonders für die Strecke Ts-La zu vermutende Verkürzung im Alter ist nicht signifikant.

Am weiblichen Schädel fanden sich für die Strecken vom Tuberculum sellae zum Endolambda, Endinion und Opisthion in allen Altersgruppen konstante Längen. Das Schädelwachstum kommt beim weiblichen Geschlecht früher zum Stillstand als beim männlichen (MARTIN u. SALLER 1959). Die am männlichen Schädel beschriebene Größenzunahme,

insbesondere das Auswachsen der Occipitalregion, ist am weiblichen Schädel daher bei den untersuchten Altersgruppen nicht mehr nachweisbar.

Die Strecke Ts-Br wird im Alter nur wenig kürzer, entsprechend ist auch die Verkürzung der Strecke Br-Ba gering. Die Verlagerung des Bregma ist bei der Frau also weniger ausgeprägt und beginnt erst im Alter.

Die bei den Messungen vom Tuberculum sellae aus gefundenen Verschiebungen der Kalottenpunkte sollen nun mit den Messungen vom Nasion aus verglichen werden:

Nasion - Endolambda

AG 1	191.0	($s_M = 1.3$)	t = 3.5
AG 3	196.9	($s_M = 1.0$)	
AG 5	195.9	($s_M = 1.2$)	
AG 7	196.4	($s_M = 0.7$)	
AG 9	196.4	($s_M = 1.1$)	

FREIESLEBEN u. LUTZ (1965)	Eigenes Meßergebnis
189.1 (12-13 J.)	189.9 ($\sigma + \varphi$ 12-15 J.)

SCHMID u. FILTHUTH (1961) messen ihren a.p. Durchmesser (Abstand zwischen Schnittpunkt der Squama frontalis mit den Partes orbitales ossis frontalis und Scheitelpunkt der Lambdanaht) bei 13 1/2 - 14 1/2 Jährigen mit 188.0 mm.

Nasion - Endinion

AG 1	185.5	($s_M = 0.9$)	t = 4.2
AG 3	191.0	($s_M = 1.0$)	
AG 5	188.6	($s_M = 0.9$)	
AG 7	187.7	($s_M = 1.2$)	
AG 9	187.9	($s_M = 1.1$)	

Diese Ergebnisse decken sich gut mit den Messungen vom Tuberculum sellae aus. Während beide Strecken in der Jugend länger werden, ist eine Verkürzung im Alter nicht

signifikant. Die Differenzen der Mittelwerte zwischen AG 3 und AG 5 besonders für die Strecke Na-In erklären sich aus der Änderung der Lage des Nasion (s.S.24)

Nasion-Endobregma

Für die Strecke Na-Br ließen sich keine signifikanten Längenunterschiede nachweisen.

Die erwähnte Verlagerung des Endobregma nach unten müßte zu einer Verkürzung führen, diese wird aber durch eine gleichzeitige Verschiebung dieses Meßpunktes nach hinten, die bei den Winkelmessungen noch deutlicher wird, aufgehoben.

Bei der Frau bleiben entsprechend den Messungen vom Tuberculum sellae aus die Strecken Na-La und Na-In gleich lang. Auch die Mittelwerte für die Verbindung Na-Br ließen erwartungsgemäß keine signifikanten Differenzen erkennen, da das Endobregma nur gering nach unten und zusätzlich etwas nach hinten verlagert wird (s.u.).

Nasion-Opisthion

Diese Strecke, die ein Maß für die Größe des Foramen occipitale magnum in der Medianebene ist, wurde bei beiden Geschlechtern in den verschiedenen Altersgruppen in gleicher Länge gemessen.

Unter Berücksichtigung des Vergrößerungsfaktors ergibt sich für Erwachsene (AG 5 und AG 6) ein Durchmesser in der Medianebene von 36.8 mm, ein Wert, der sich mit Direktmessungen deckt:

SCHMIDT u. FISCHER (1960) finden bei Direktmessung an Schädelpräparaten und nach Röntgenschichtaufnahmen eine Länge des Foramen occipitale magnum von 36 mm.

FREIESLEBEN u. LUTZ (1965)	Eigenes Meßergebnis
43.8 (12-13 J.)	43.1 (σ + φ 12-15 J.)

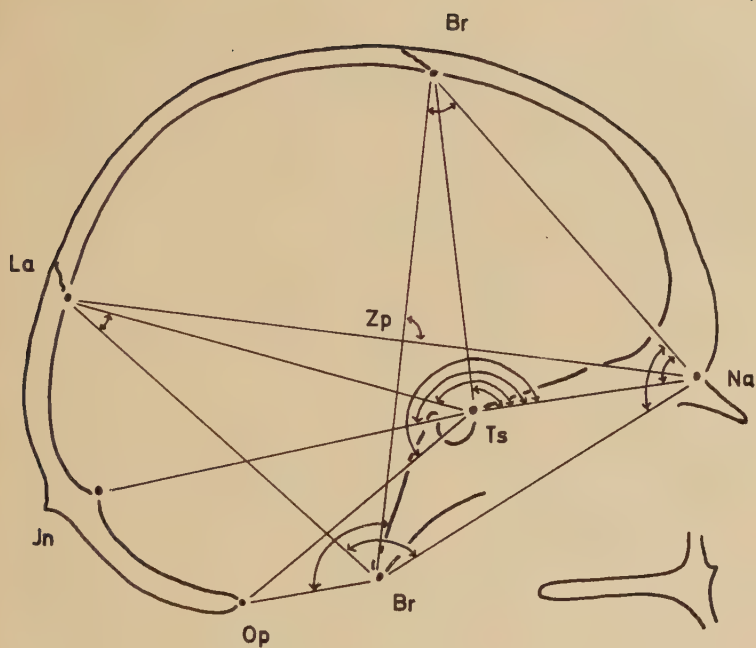


Abb. 5 Übersicht über die Winkelmessungen zwischen Schädelbasis und Kalotte.

2. Winkel (Abb.5)

Nachdem die Entfernungen der Kalottenpunkte vom Tuberculum sellae bekannt sind, soll nun ihre Lage in Bezug auf die Ebene Ts-Na mit Hilfe der Winkel, die das Tuberculum sellae als Scheitelpunkt haben, näher bestimmt werden.

Nasion-Tuberculum sellae-Endobregma

AG 1	86.0	($s_M = 0.5$)	$\left. \begin{array}{l} \diagdown \\ \diagup \end{array} \right\} t = 5.5$
AG 3	86.8	($s_M = 0.6$)	
AG 5	89.0	($s_M = 0.5$)	
AG 7	90.1	($s_M = 0.4$)	
AG 9	90.6	($s_M = 0.6$)	

BERGERHOFF u. HÖBLER (1953)

Eigene Meßergebnisse

86.0 (12-15 J.)

86.4 ($\sigma + \rho$ 12-15 J.)

umgerechnet n. LUTZ

FISCHER (1963)

90.9 (σ Erw.)

89.0 (σ 21-50 J.)

Bei den während des Lebens kontinuierlich steigenden Werten dieses Winkels macht sich die etwas unterschiedliche Zusammensetzung des Untersuchungsmaterials bemerkbar. Während FISCHER auch Männer über 50 J. gemessen hat, sind in unserer AG 5 nur die 21-50 Jährigen zusammengefaßt, so daß unser Wert gering niedriger liegt.

FREIESLEBEN u. LUTZ (1965)

Eigene Meßergebnisse

86.2 (12-13 J.)

86.4 ($\sigma + \rho$ 12-15 J.)

YADEGARDJAM (1965)

89.7 (σ 20-30 J.)

89.0 (σ 21-50 J.)

91.1 (σ üb.65 J.)

90.6 (σ üb.70 J.)

Nasion-Tuberculum sellae-Endolambda

AG 1	155.1	($s_M = 0.7$)	$\left. \begin{array}{l} \diagdown \\ \diagup \end{array} \right\} t = 3.0$
AG 3	155.5	($s_M = 0.7$)	
AG 5	155.8	($s_M = 1.1$)	
AG 7	157.7	($s_M = 0.5$)	
AG 9	157.3	($s_M = 2.3$)	

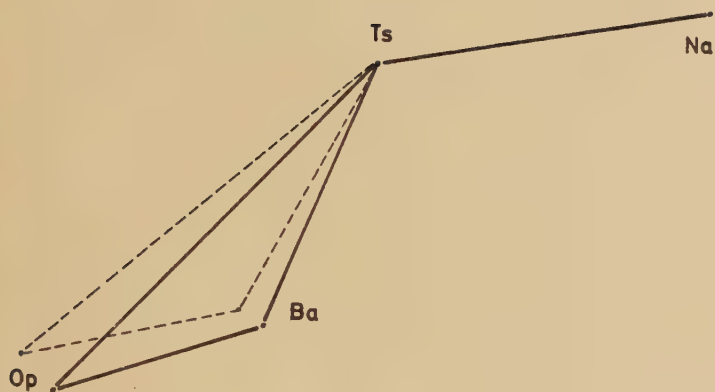


Abb. 6 Beziehung zwischen WELCKER-Winkel und Winkel Na-Ts-Op bei konstanter Strecke Ba-Op.

BERGERHOFF u. HÖBLER (1953)	Eigene Meßergebnisse
155.3 (12-15 J.)	154.8 ($\sigma^2 + \rho$ 12-15 J.)
umgerechnet n. Lutz	

FREIESLEBEN u. LUTZ (1965)	
155.3 (12-13 J.)	154.8 ($\sigma^2 + \rho$ 12-15 J.)

Nasion-Tuberculum sellae-Endinion

AG 1	182.7	($s_M = 0.6$)	$t = 4.0$
AG 3	183.8	($s_M = 0.7$)	
AG 5	184.0	($s_M = 1.0$)	
AG 7	185.4	($s_M = 0.6$)	
AG 9	187.0	($s_M = 0.9$)	

BERGERHOFF u. HÖBLER (1953)	Eigene Meßergebnisse
183.3 (12-15 J.)	182.6 ($\sigma^2 + \rho$ 12-15 J.)
umgerechnet n. LUTZ	

FREIESLEBEN u. LUTZ (1965)	
183.8 (12-13 J.)	182.6 ($\sigma^2 + \rho$ 12-15 J.)

Im Gegensatz zum folgenden Winkel Na-Ts-Op lassen die Mittelwerte der drei genannten Winkel Na-Ts-Br, Na-Ts-La und Na-Ts-In eine deutliche Altersabhängigkeit erkennen.

Nasion-Tuberculum sellae-Opisthion

Für diesen Winkel ließen sich signifikante Differenzen zwischen den Altersgruppen nicht nachweisen. Die Messungen ergaben einen Mittelwert von 208.5 Grad.

FREIESLEBEN u. LUTZ (1965)	Eigene Meßergebnisse
206.0 (12-13 J.)	208.0 ($\sigma^2 + \rho$ 12-15 J.)

In einem früheren Kapitel wurde auf die Differenz zwischen unseren Maßen für den WELCKER-Winkel und denen bei FREIESLEBEN und LUTZ hingewiesen. Da die Basiskrümmung mit 13 Jahren noch nicht abgeschlossen ist, liegen die Werte bei diesen Autoren gering höher. Die Strecke Ba-Op bleibt konstant, somit dürfte die geringe Differenz der Meßwerte für den Winkel Na-Ts-Op, den FREIESLEBEN und LUTZ um 2 Grad kleiner messen, ebenfalls auf den unterschiedlichen Altersklassen beruhen. Die Differenz in den Messungen für den WELCKER-Winkel betrug analog 2 Grad (Abb.6).

Die Winkelmessungen vom Tuberculum sellae als Scheitelpunkt in Bezug auf die Ebene Ts-Na machen eine charakteristische Formänderung der Schädelkalotte im Sinne einer Verlagerung der Kalottenpunkte nach hinten deutlich. Am Opisthion wird diese Drehung "aufgefangen", d.h. bei konstantem Winkel Na-Ts-Op wird der Winkel In-Ts-Op deutlich kleiner. Hieraus ergibt sich eine zunehmende Wölbung besonders im Bereich der Unterschuppe des Os occipitale.

Diese Formänderung wurde durch weitere Winkelmessungen von der Schädelbasis zur Kalotte bestätigt und präzisiert.

Nasion-Zentralpunkt-Endobregma

Dieser "Zentralwinkel" ist eine der wichtigsten Konstanten im Schädelbau (KLAATSCH, 1909). Es fanden sich bei unterschiedlichen Rassen (PARENTI 1952, FEREMBACH 1956) und sogar trotz Deformation und Einwirkung äußerer Gewalt (FALKENBURGER 1913) immer gleiche Werte. Von den Konstruktionsstrecken dieses Winkels - ursprünglich Bregma - Basion und Glabella - Lambda - wurde die Verbindung Glabella - Lambda durch die röntgenologisch sicher bestimmbare Strecke Nasion - Lambda ersetzt. Auch die eigenen Messungen brachten keine signifikanten Differenzen für diesen Winkel. Der gefundene Durchschnittswert von 89.9 Grad deckt sich gut mit den Ergebnissen anderer Autoren:

FISCHER (1963)	89.1 (♂ Erw.)
FREIESLEBEN u. LUTZ (1965)	89.8 (von Geb. - 13 J.)

Dieses Ergebnis war nach den Winkelmessungen vom Tuberculum sellae als Scheitelpunkt in Bezug auf die Ebene Ts-Na zu erwarten. Die Verlagerung der Kalottenpunkte Endobregma und Endolambda führt zu einer gleichsinnigen "Drehung" der beiden Schenkel des Zentralwinkels, ohne diesen zu verändern.

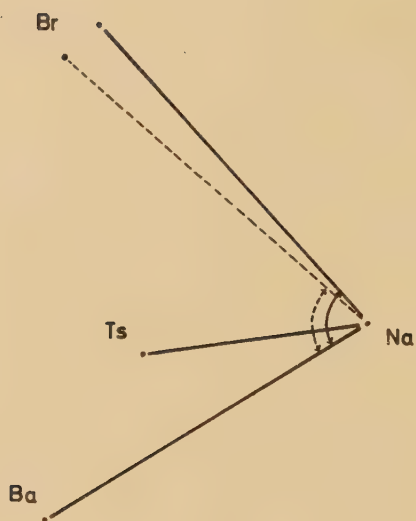


Abb. 7 GröBenänderung der Winkel Ts-Na-Br
und Ba-Na-Br durch die Lageänderung
des Endobregma nach hinten und unten.

Tuberculum sellae-Nasion-Endobregma

AG 1	59.3	($s_M = 0.4$)	$\left. \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} \right\} t = 5.3 \quad \text{Diff. 4.3}$
AG 3	57.4	($s_M = 0.5$)	
AG 5	56.7	($s_M = 0.6$)	
AG 7	55.2	($s_M = 0.3$)	
AG 9	55.0	($s_M = 0.7$)	

Basion-Nasion-Endobregma

AG 1	81.0	($s_M = 0.3$)	$\left. \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} \right\} t = 8.0 \quad \text{Diff. 4.6}$
AG 3	79.2	($s_M = 0.4$)	
AG 5	78.2	($s_M = 0.7$)	
AG 7	76.5	($s_M = 0.3$)	
AG 9	76.5	($s_M = 0.5$)	

Die Meßwerte für diese Winkel entsprechen denen der Strecken Ts-Br und Br-Ba. Auch hier findet sich eine stetige Abnahme während des Beobachtungszeitraumes als Ausdruck der Abflachung des Schädels (Abb. 7). Der relativ starke Abfall zwischen AG 1 und AG 3 erklärt sich aus der Änderung der Lage des Nasion in dieser Altersgruppe (s.o.). Der t-Wert liegt beim Winkel Ts-Na-Br etwas unter dem für den Winkel Ba-Na-Br. Dieser Unterschied dürfte bei den fast gleichen Differenzen der Mittelwerte im wesentlichen durch die höhere Streuung der Meßwerte des Winkels Ts-Na-Br bedingt sein.

Nasion-Endobregma-Endolambda

AG 1	97.5	($s_M = 0.4$)	$\left. \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} \right\} t = 4.6$
AG 3	99.9	($s_M = 0.5$)	
AG 5	99.7	($s_M = 0.7$)	
AG 7	101.0	($s_M = 0.4$)	
AG 9	100.8	($s_M = 0.6$)	

Die Altersabhängigkeit der Meßwerte dieses Winkels läßt wie die der Strecke Na-La das Längenwachstum des Schädels erkennen. Die im Alter noch etwas steigenden Werte sind wohl durch die Lageänderung des Endobregma nach

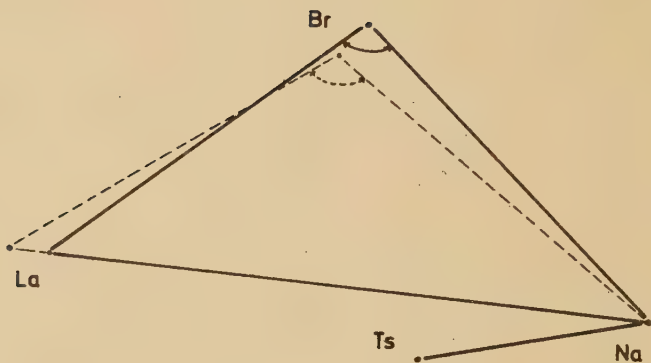


Abb. 8 Vergrößerung des Winkels Na-Br-La durch Verlängerung der Strecke Na-La und Lageänderung des Endobregma nach hinten-unten.

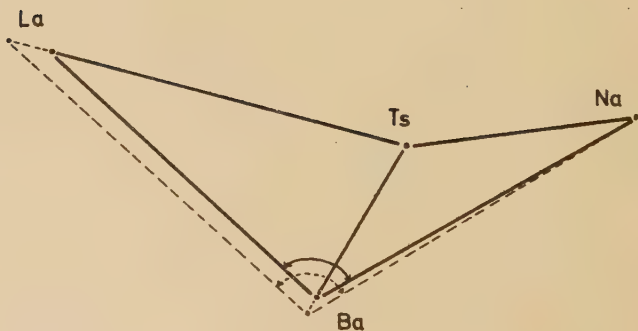


Abb. 9 Konstanz des Winkels Na-Ba-La bei gleichzeitiger Verlängerung der Strecken Ts-Ba und Ts-La.

unten bedingt (Abb. 8). Die Signifikanzgrenze wird dabei zwischen den einzelnen Altersgruppen nicht mehr erreicht.

Nasion-Basion-Endolambda

AG 1	106.8	($s_M = 0.5$)	} $t = 4.9$
AG 3	106.4	($s_M = 0.8$)	
AG 5	107.3	($s_M = 0.8$)	
AG 7	110.6	($s_M = 0.5$)	
AG 9	110.9	($s_M = 0.8$)	

In den Werten dieses Winkels drückt sich wie beim Winkel Na-Br-La die Umformung des Schädels im Sinne einer Verlängerung aus. Das Längenwachstum in der Jugend ist hier kaum sichtbar, da die Strecke Ts-Ba in dieser Zeit größer wird (Abb. 9).

BOOGAARD-Winkel (Cl-Ba-Op)

AG 1	117.3	($s_M = 0.8$)	} $t = 3.8$
AG 3	119.8	($s_M = 0.8$)	
AG 5	119.6	($s_M = 0.7$)	
AG 7	121.4	($s_M = 0.7$)	
AG 9	120.1	($s_M = 1.0$)	

Die Meßergebnisse für den BOOGAARD-Winkel lassen nicht ohne weiteres einen Schluß auf die Clivusneigung zu. Auch eine unterschiedliche Längenänderung der Strecken Ts-Ba und Ts-Op muß zwangsläufig zu einer Änderung der Größe dieses Winkels führen, so daß man aus den höheren Meßwerten eine Flacherstellung des Clivus nicht sicher ableiten kann.

Am weiblichen Schädel sind Winkelveränderungen in der Jugend nicht nachweisbar.

Bei den 51-70 Jährigen werden die Winkel Ts-Na-Br und Ba-Na-Br wenig, aber signifikant kleiner. Das entspricht der schon bei der Streckenmessung erwähnten geringen Lageänderung des Endobregma nach unten im Alter. Eine Drehung der Kalottenpunkte nach hinten läßt sich auch bei

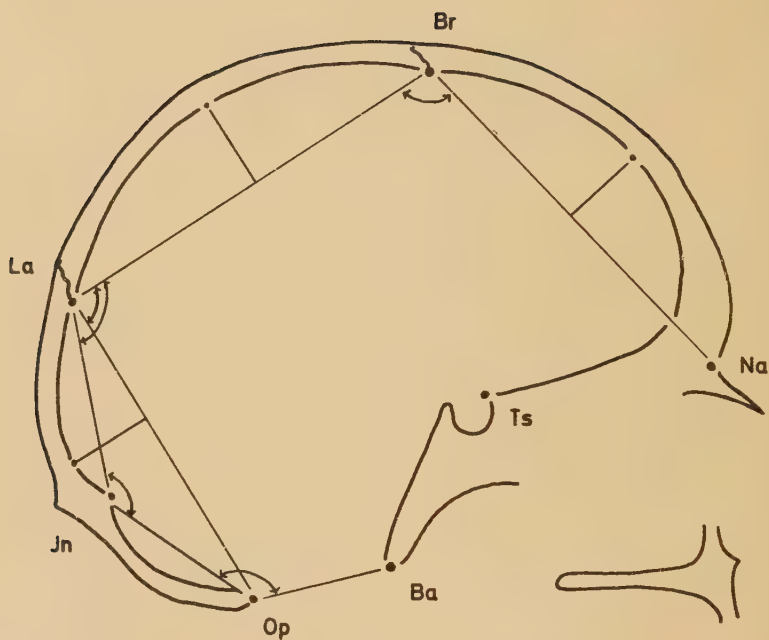


Abb. 10 Übersicht über die Messungen
an der Schädelkalotte.

der Frau schon in der Jugend an den steigenden Mittelwerten für die Winkel Na-Ts-Br, Na-Ts-La und Na-Ts-In nachweisen. Diese Verlagerung ist aber wesentlich geringer ausgeprägt als beim Mann.

b. Messungen an der Schädelkalotte (Abb.10)

1. Strecken

Für die zwischen den Kalottenpunkten gemessenen Strecken Br-La, La-In, In-Op und La-Op ließ sich keine signifikante Verlängerung oder Verkürzung nachweisen. Theoretisch müßte sich das Auswachsen des Hinterkopfes in einer Verlängerung dieser Strecken ausdrücken. Das Ausmaß dieser Verlängerung ist aber sehr gering; möglicherweise wird auch wegen der relativ hohen Streuung dieser Maße (s.Tab.1) die Signifikanzgrenze nicht erreicht.

Für die 3 Höhen wurden folgende Werte gefunden:

Frontalhöhe

AG 1	32.7	($s_M = 6.8$)
AG 3	24.9	($s_M = 0.4$)
AG 5	26.2	($s_M = 0.6$)
AG 7	24.7	($s_M = 0.3$)
AG 9	24.9	($s_M = 0.5$)

Parietalhöhe

AG 1	40.3	($s_M = 8.6$)
AG 3	31.5	($s_M = 0.6$)
AG 5	31.6	($s_M = 1.1$)
AG 7	30.1	($s_M = 0.3$)
AG 9	30.7	($s_M = 0.6$)

Occipitalhöhe

AG 1	24.1	($s_M = 1.5$)
AG 3	23.8	($s_M = 0.5$)
AG 5	24.7	($s_M = 1.0$)

AG 7	23.5	($s_M = 0.3$)
AG 9	23.5	($s_M = 0.5$)

Für keine dieser Höhen konnten signifikante Differenzen der Mittelwerte nachgewiesen werden.

Während sich die Occipitalhöhe mit einem im Mittel konstanten Wert von 23.9 mm auch in der Streuung als ziemlich konstant erweist, haben die Parietal- und Frontalhöhe in der AG 1 (12-15 J.) eine ungewöhnlich hohe Streuung des Mittelwertes ($s_M = 8.6$ bzw. 6.9 mm). In den folgenden Altersgruppen ist diese Streuung mit 0.4 bzw. 0.6 mm wieder geringer. Die Mittelwerte der AG 1 für die Frontal- und Parietalhöhe mit 32.7 bzw. 40.3 mm sind daher nicht verlässlich. Die Werte für die AG 3 decken sich mit 24.9 bzw. 31.5 mm gut mit denen von FREIES-LEBEN u. LUTZ (1965), die 25.5 bzw. 31.5 mm für 12-13 Jährige gemessen haben. Für die Occipitalhöhe geben diese Autoren 23.3 mm an. Auch hier findet sich also eine gute Übereinstimmung.

2. WINKEL

Drei Winkel wurden zwischen den Kalottenpunkten gemessen:

Endobregma-Endolambda-Endinion

AG 1	114.6	($s_M = 0.6$)	t = 3.5
AG 3	114.3	($s_M = 0.6$)	
AG 5	113.9	($s_M = 0.9$)	
AG 7	112.4	($s_M = 0.5$)	
AG 9	111.3	($s_M = 0.7$)	

Endolambda-Endinion-Öpisthion

AG 1	136.3	($s_M = 0.6$)	t = 3.1
AG 3	134.4	($s_M = 0.7$)	
AG 5	135.3	($s_M = 0.8$)	
AG 7	133.8	($s_M = 0.6$)	
AG 9	132.7	($s_M = 1.8$)	

Endobregma-Endolambda-Opisthion

AG 1	94.2	($s_M = 0.5$)	$t = 3.6$
AG 3	93.6	($s_M = 0.5$)	
AG 5	92.2	($s_M = 0.8$)	
AG 7	91.9	($s_M = 0.4$)	
AG 9	91.6	($s_M = 0.8$)	

Die Werte aller drei Winkel werden während des Beobachtungszeitraumes signifikant kleiner. Auch hier drückt sich die Veränderung der Kopfform im Sinne einer Verlängerung und damit einer stärkeren Wölbung der Hinterhauptgegend aus.

An der weiblichen Schädelkalotte ließen sich weder bei der Strecken- noch bei der Winkelmessung signifikante Veränderungen nachweisen. Dieses Ergebnis war zu erwarten, da die oben beschriebene sehr geringe Verlagerung der Kalottenpunkte bei der Frau die Schädelform nur unwesentlich beeinflussen kann.

Zusammenfassend lassen sich folgende Veränderungen an der Schädelkalotte nachweisen:

Am männlichen Schädel findet sich während der Pubertät ein starkes Wachstum der Occipitalregion nach hinten und unten. Schon während dieser Periode ist eine Abflachung der Stirn- und Scheitelregion, die bis ins hohe Alter anhält, nachweisbar. Die Kalottenpunkte Endobregma, Endolambda und Endinion drehen sich dabei um das Tuberculum sellae nach hinten, so daß die Wölbung besonders im Bereich der Unterschuppe des Os occipitale zunimmt. Diese Veränderungen summieren sich und führen zu einer längeren und flacheren Kopfform des erwachsenen und alten Mannes gegenüber dem Kind.

Am weiblichen Schädel ist ein Wachstum der Occipitalregion im untersuchten Beobachtungszeitraum nicht mehr nachweisbar. Die Verschiebung der Kalottenpunkte nach hinten beginnt auch bei der Frau schon in der Jugend.

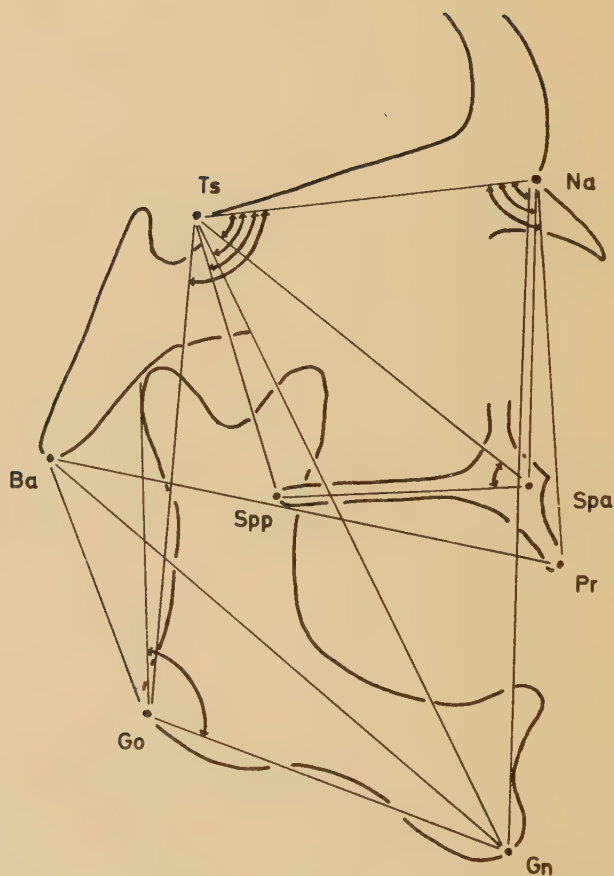


Abb. 11 Übersicht über die Messungen am Gesichtsschädel.

Eine Senkung des Endobregma tritt erst im Alter auf. Das Ausmaß beider Veränderungen ist wesentlich geringer als beim Mann.

III. Gesichtsschädel (Abb. 11)

a. Gesichtsviereck

Das Gesichtsviereck wird von den Punkten Tuberculum sellae, Nasion, Spina nasalis ant. und Spina nasalis post. gebildet.

Die Strecke Na-Ts wurde bereits bei der Schädelbasis besprochen, sie stellt die obere Begrenzung des Vierecks dar.

Die untere Begrenzung wird von der Strecke Spa-Spp gebildet:

Spina nasalis ant. - Spina nasalis post.

AG 1	49.5	($s_M = 0.4$)	} $t = 3.4$
AG 3	51.2	($s_M = 0.5$)	
AG 5	51.5	($s_M = 0.4$)	
AG 7	50.9	($s_M = 0.4$)	
AG 9	54.2	($s_M = 1.8$)	

MÖLLER (1963)	Eigene Meßergebnisse
50.0 (♂ Erw.)	51.5 (♂ 21-50 J.)

FREIESLEBEN u. LUTZ (1965)	
49.1 (12-13 J.)	49.0 (♂+♀ 12-15 J.)

Die Strecke verlängert sich während der Pubertät. Der Wert für die AG 9 ist bei der hohen Streuung nicht verwertbar.

Die unterschiedliche Belastung des Kiefers je nach Zustand des Gebisses im Alter bedingt wahrscheinlich grössere individuelle Abweichungen, die zu einer höheren Streuung der Mittelwerte führen. Die exakte Bestimmung der Meßpunkte am harten Gaumen ist am senilen Schädel oft schwierig; möglicherweise erklärt sich teilweise auch hieraus die hohe Streuung der Mittelwerte einiger Strecken im Bereich des Gesichtsvierecks.

Die folgenden zwei Strecken bilden die seitliche Begrenzung des Gesichtsvierecks.

Tuberculum sellae-Spina nasale. post.

AG 1	53.4	($s_M = 0.5$)	} $t = 5.2$
AG 3	56.8	($s_M = 0.5$)	
AG 5	56.8	($s_M = 0.4$)	
AG 7	56.9	($s_M = 0.4$)	
AG 9	60.6	($s_M = 2.0$)	

MÖLLER (1963) Eigene Meßergebnisse

57.0 (σ Erw.) 56.8 (σ 21-50 J.)

FREIESLEBEN u. LUTZ (1965)

52.2 (12-13 J.) 52.3 ($\sigma + \rho$ 12-15 J.)

Nasion-Spina nasale. ant.

AG 1	57.7	($s_M = 0.5$)	} $t = 8.0$
AG 3	61.1	($s_M = 0.6$)	
AG 5	62.8	($s_M = 0.4$)	
AG 7	68.5	($s_M = 6.0$)	
AG 9	63.0	($s_M = 0.7$)	

MÖLLER (1963) Eigenes Meßergebnis

60.0 (σ Erw.) 62.8 (σ 21-50 J.)

Die gering differierenden Ergebnisse beruhen möglicherweise auf einer etwas unterschiedlichen Annahme der Lage der Spina nasalis anterior (s. Methodik).

FREIESLEBEN u. LUTZ (1965) Eigenes Meßergebnis

54.9 (12-13 J.) 57.3 ($\sigma + \rho$ 12-15 J.)

Diese Autoren verwenden den gleichen Meßpunkt. Unser etwas höher liegender Wert erklärt sich daher wahrscheinlich aus den unterschiedlichen Altersklassen und deutet so auf ein starkes Wachstum der Strecke in dieser Periode.

Beide Strecken (Ts-Spp und Na-Spa) verlängern sich in der Jugend stark signifikant, d. h. der harte Gaumen wird nach unten verlagert. Die unterschiedliche Längenzunahme beider Strecken zwischen AG 1 und AG 5 könnte

Ausdruck einer Steilerstellung des harten Gaumens sein, also einer Zunahme der Konvergenz der Strecken Ts-Na und Spa-Spp.

Im Alter sind keine signifikanten Längenänderungen dieser Strecken nachweisbar. Die hohen Werte für Ts-Spp in der AG 9 und für Na-Spa in der AG 7 sind wegen der sehr hohen Streuung nicht verwertbar (s.S.39).

Tuberculum sellae-Nasion-Spina nasal. ant.

Dieser Winkel blieb im Mittel über alle Altersgruppen mit 81.0 Grad konstant.

MÖLLER (1963)

81.0 (σ Erw.)

FREIESLEBEN u. LUTZ (1965)

81.5 (12-13 J.)

Dagegen fand sich für den folgenden Winkel Na-Ts-Spa eine deutliche Vergrößerung in der Jugend.

Nasion-Tuberculum sellae-Spina nasal. ant.

AG 1	43.4	($s_M = 0.4$)	} $t = 3.8$
AG 3	43.8	($s_M = 0.6$)	
AG 5	45.4	($s_M = 0.3$)	
AG 7	45.8	($s_M = 0.4$)	
AG 9	46.5	($s_M = 1.7$)	

MÖLLER (1963)

47.0 (σ Erw.)

Eigene Meßergebnisse

45.4 (σ 21-50 J.)

FREIESLEBEN u. LUTZ (1965)

42.0 (12-13 J.)

43.6 ($\sigma + \rho$ 12-15 J.)

Auf Grund der besprochenen fünf Maße ergibt sich ein längerer und tiefer stehender harter Gaumen beim Erwachsenen im Vergleich zum Jugendlichen und Kind. Der konstante Winkel Ts-Na-Spa läßt die Verlagerung der Spina nasalis anterior auf dem Schenkel Na-Spa dieses Winkels erkennen, entsprechend wird der Winkel Na-Ts-Spa signifikant

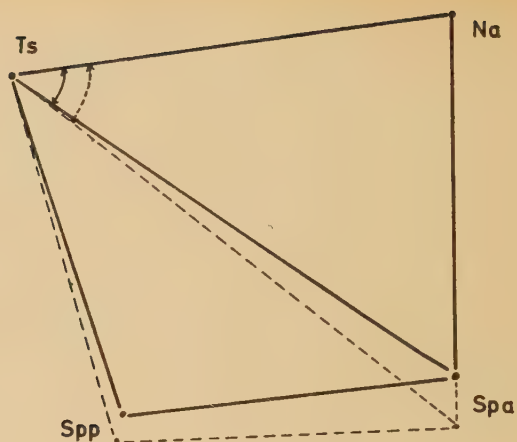


Abb. 12 Wachstumsveränderungen am
Gesichtsviereck beim Mann.
12-15 J. = ausgezogen
21-50 J. = gestrichelt

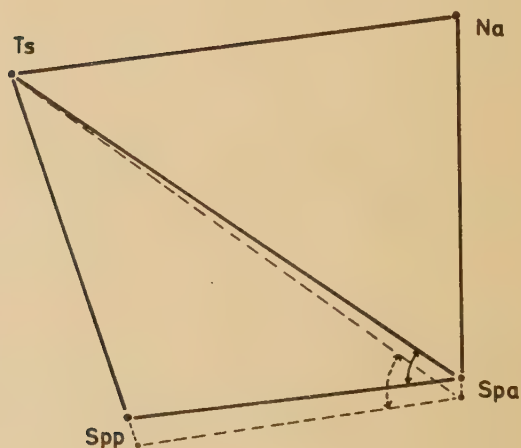


Abb. 13 Wachstumsveränderungen am Ge-
sichtsviereck bei der Frau.
12-15 J. = ausgezogen
21-50 J. = gestrichelt

größer. Die Verlängerung der Strecke Spa-Spp müßte bei unveränderter Neigung zu einer Lageänderung der Spina nasalis posterior nach hinten und damit zu einer Vergrößerung des Winkels Na-Ts-Spp führen. Diese Vergrößerung erreicht mit $t=2,9$ nicht ganz die festgesetzte Signifikanzgrenze. Wahrscheinlich wirkt sich die Verlängerung des harten Gaumens nicht nur in einer Verlagerung der Spina nasalis posterior nach hinten aus, sondern es kommt gleichzeitig zu einer Steilerstellung (Abb.12).

Eine Altersregression im Bereich des Gesichtsvierecks läßt sich statistisch nicht nachweisen. Die Mittelwerte streuen am senilen Gesichtsschädel so stark (s.S.39), daß sie keinen sicheren Schluß zulassen. Die hohe Streuung deutet jedoch auf große individuelle Schwankungen in diesem Alter, die wahrscheinlich von der Kaufunktion abhängig sind. Regressive Altersveränderungen wird man daher annehmen können, sie sind aber individuell sicher sehr verschieden stark ausgeprägt.

Am weiblichen Schädel sind die Veränderungen im Bereich des Gesichtsvierecks wesentlich geringer, teilweise sogar etwas gegenläufig.

Die Länge des harten Gaumens bleibt in allen Altersgruppen konstant. Die Strecken Na-Spa und Ts-Spp werden signifikant länger; die Längenzunahme ist bei der Strecke Ts-Spp nach den Mittelwerten größer. Wahrscheinlich drückt sich hier eine Flacherstellung des harten Gaumens aus, die in der signifikanten Vergrößerung des Winkels Ts-Spa-Spp deutlich wird. Die Konvergenz der Strecke Spa-Spp mit der Strecke Ts-Na nach occipital wird bei der Frau also im Verlauf des Wachstums vermindert (Abb.13).

Regressive Altersveränderungen am Gesichtsviereck sind auch bei der Frau statistisch nicht nachweisbar.

Die Lage des Prosthion wurde durch den Winkel Ts-Na-Pr und die Strecken Pr-Ba und Na-Pr bestimmt.

Nasion-Prosthion

AG 1	74.6	($s_M = 0.8$)	} $t = 7.5$
AG 3	78.9	($s_M = 0.7$)	
AG 5	81.4	($s_M = 0.5$)	
AG 7	79.6	($s_M = 0.6$)	
AG 9	78.9	($s_M = 1.1$)	

FREIESLEBEN u. LUTZ (1965) Eigenes Meßergebnis
 71.7 (12-13 J.) 73.7 ($\sigma^2 + \sigma^2$ 12-15 J.)

Der etwas niedrigere Wert bei FREIESLEBEN u.
 LUTZ läßt eine Verlängerung dieser Strecke
 vor und während der Pubertät erkennen (s.S.18)

Tuberculum sellae-Nasion-Prosthion

Für diesen Winkel finden sich konstante Werte um 86.6
 FREIESLEBEN u. LUTZ (1965) 86.2 (12-13 J.)

Aus den genannten beiden Messungen ergibt sich in der Jugend eine Lageänderung des Prosthion auf dem Schenkel Na-Pr des Winkels Ts-Na-Pr. Die signifikante ($t = 4.2$) Verlängerung der Strecke Pr-Ba läßt keinen sicheren Schluß auf die Lageänderung des Prosthion zu, da auch die beschriebene Verlagerung des Basion zu einer Verlängerung der Strecke Pr-Ba führt. Im Alter ist nach den Meßwerten eine geringe Verkürzung der Strecke Na-Pr zu vermuten. Eine solche Veränderung wäre im Sinne einer Alveolaratrophie durch die verminderte Funktion besonders des zahnlosen Kiefers gut vorstellbar, die Signifikanzgrenze wird aber mit $t = 2.3$ nicht ganz erreicht.

Am weiblichen Schädel verlängert sich die Strecke Na-Pr um etwa 3 mm ($t = 4.6$), es ist also ebenfalls eine geringe Verlagerung des Prosthion nachweisbar. Im Alter wird diese Strecke nach den Meßwerten wieder etwas kürzer, mit $t = 2.6$ wird die strenge Signifikanzgrenze aber nicht ganz erreicht.

b. Mandibula

Für die Untersuchungen an der Mandibula ergaben sich insofern Schwierigkeiten, als einige Röntgenbilder wegen unvollständiger Abbildung der Mandibula verworfen werden mußten. In anderen Fällen war der Mund nicht geschlossen, so daß diese Aufnahmen für die Auswertung ebenfalls nicht in Frage kamen. Hierdurch ergaben sich relativ hohe Streuungen der Mittelwerte. Die Veränderungen an der Mandibula sind jedoch sehr groß, somit konnten trotzdem wichtige Befunde erhoben werden.

Für den Mandibularwinkel und die Winkel Na-Ts-Go, Ts-Na-Gn und Na-Ts-Gn fanden sich keine signifikanten Größenänderungen.

Vom Gnathion aus wurden die Verbindungen zum Nasion, Tuberculum sellae und Basion gemessen:

	AG 1	AG 5	Diff.	t
Na-Gn	124.5	139.2	14.7	5.1
Ts-Gn	129.2	143.1	13.9	5.2
Gn-Ba	113.3	124.9	11.6	5.1

Das Gnathion wird also nach vorn und besonders nach unten verlagert. Das entspricht gut der Beobachtung am Lebenden. Die Kinnpartie wächst in der Jugend erheblich und formt zum großen Teil das Profil des Erwachsenen gegenüber dem Kind.

Für die Bestimmung der Lage des Gonion wurden ebenfalls 3 Strecken gemessen:

	AG 1	AG 5	Diff.	t
Ts-Go	87.2	100.5	13.3	5.4
Go-Ba	45.7	57.0	11.3	5.4
Gn-Go	74.2	80.1	5.9	2.7

Aus der Tabelle ist auch eine starke Verlagerung des Gonion nach vorn und unten ersichtlich.

Die Verschiebung des Unterkiefers erfolgt annähernd parallel, wie die etwa gleiche Verlängerung der Strecken Ts-Go und Na-Gn erkennen läßt.

Die Mandibula selbst verlängert sich nach den Mittelwerten um fast 6 mm, dabei wird die Signifikanzgrenze allerdings nicht ganz erreicht, wahrscheinlich wirkt sich hier die hohe Streuung dieser Meßwerte ungünstig aus.

Über Rückbildungsvorgänge am Unterkiefer im Alter ist eine sichere Aussage nicht möglich, da die Werte zu stark streuen (s.S.44).

Am weiblichen Schädel finden sich grundsätzlich die gleichen Veränderungen wie am männlichen, sie sind aber wesentlich geringer ausgeprägt.

Zusammenfassend konnten folgende Wachstumsveränderungen am männlichen Gesichtsschädel verifiziert werden:

Der harte Gaumen wird länger, insgesamt nach unten verlagert und etwas steiler gestellt.

Es kommt zum stärkeren Hervortreten des Prosthion.

Die Mandibula wächst in die Länge und verlagert sich nach vorn und unten. Die Kinnschuppe springt stärker vor.

Sichere Aussagen über regressive Altersveränderungen waren wegen der hohen Streuung der Mittelwerte am senilen Gesichtsschädel nicht möglich.

Am weiblichen Schädel behält der harte Gaumen die gleiche Länge, wird aber während des Wachstums etwas flacher gestellt und gering nach unten verlagert. Die übrigen Veränderungen entsprechen denen am männlichen Gesichtsschädel, sind aber weniger stark ausgeprägt.

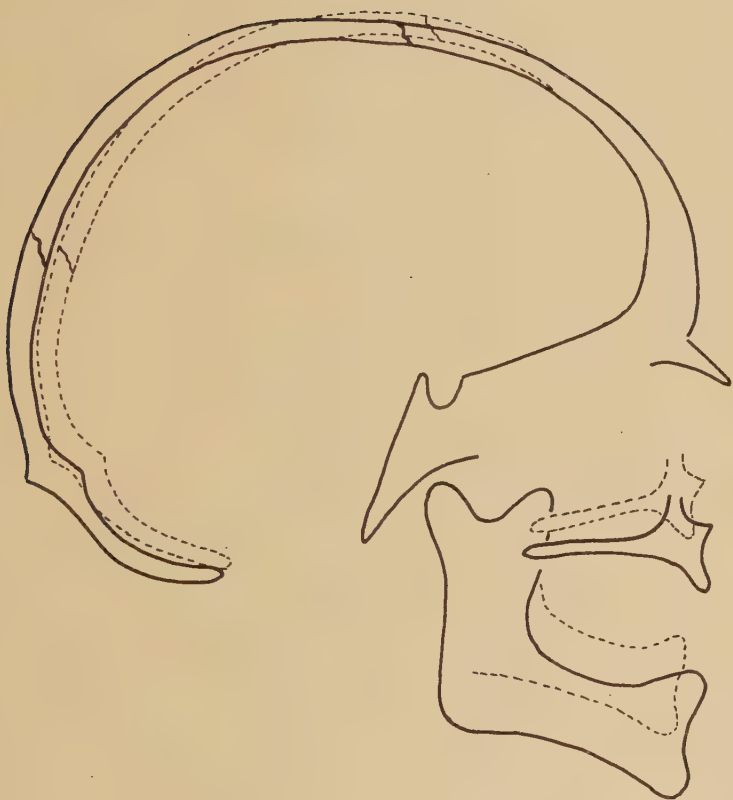


Abb. 14 Schematische Darstellung der Wachstums-
veränderungen am männlichen Schädel.
12-15 J. = gestrichelt
21-50 J. = ausgezogen

E. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden 708 Schädel beider Geschlechter vom 13. Lebensjahr bis zum Greisenalter nach seitlichen Röntgenaufnahmen ausgemessen.

Auf Grund der statistischen Auswertung der über 40 000 Einzelmessungen konnten charakteristische Veränderungen des Schädelbaues nachgewiesen werden:

Am männlichen Schädel findet sich während des Wachstums in der Jugend bei konstanter Basiskrümmung eine geringe Verlängerung des Clivus.

Durch zwei Wachstumsvorgänge bekommt die Schädelkalotte im Laufe des Lebens eine länglichere Form:

1. Zunahme der Längsausdehnung des Schädels in der Jugend durch Auswachsen der Occipitalregion.
2. Allmähliche Verlagerung des Endobregma nach unten während des gesamten Beobachtungszeitraumes. Dabei drehen sich die Kalottenpunkte um das Tuberculum sellae nach hinten, wodurch die Wölbung der Unterschuppe des os occipitale verstärkt wird.

Am Gesichtsschädel ist eine Vergrößerung und Verlagerung des harten Gaumens nach unten nachweisbar, dabei wird er gleichzeitig etwas steiler gestellt. Diese Veränderungen bedingen ein weiter vorn und unten liegendes Prosthion. Das Wachstum des Unterkiefers, der ebenfalls nach unten verlagert wird, hat ein stärkeres Vorspringen der Kinnspitze zu Folge. Sichere Aussagen über Regressionsvorgänge am alternden Gesichtsschädel waren wegen der hohen Streuung der Mittelwerte statistisch nicht möglich.

In den Abbildungen 14 und 15 werden diese Veränderungen des Schädelbaues schematisch dargestellt.

Am weiblichen Schädel finden sich an der Schädelbasis keine Veränderungen.

Die Kalottenpunkte drehen sich während des gesamten Beobachtungszeitraumes nur wenig um das Tuberculum sellae

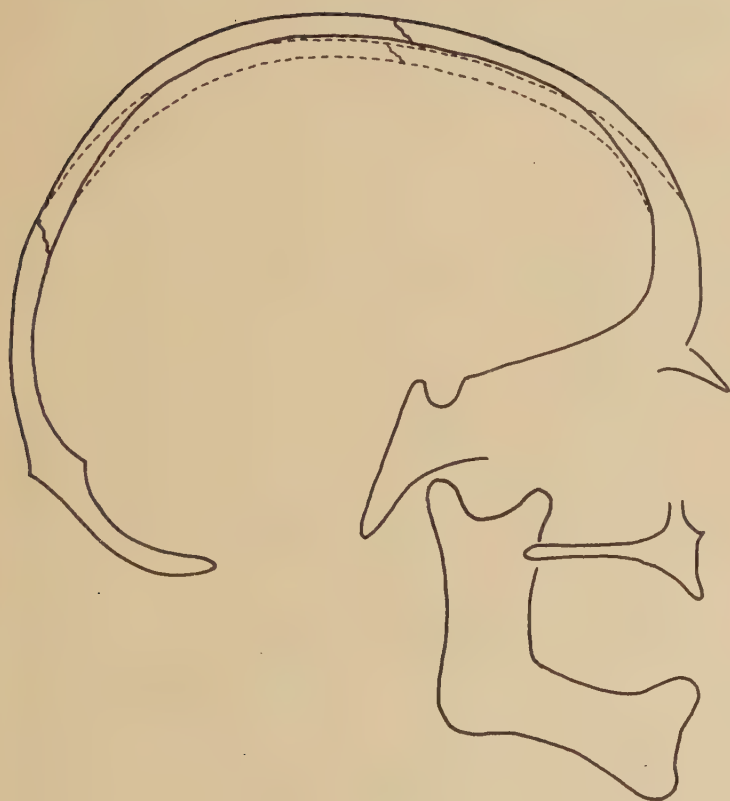


Abb. 15 Schematische Darstellung der Veränderungen
am männlichen Schädel im Alter.
21-50 J. = ausgezogen (identisch mit Abb. 14)
üb.70 J. = gestrichelt

nach hinten. Eine geringe Verlagerung des Endobregma ist erst im Alter erkennbar.

Die Veränderungen am Gesichtsschädel entsprechen weitgehend denen des Mannes, sind aber wesentlich geringer ausgeprägt. Der harte Gaumen wird im Gegensatz zum männlichen Schädel im Verlauf des Wachstums etwas flacher gestellt.

Aus diesen Messungen ergeben sich einige prinzipielle Generationsunterschiede, die unabhängig vom Geschlecht nachweisbar sind.

Am Hirnschädel finden sich beim Erwachsenen im Vergleich zum Jugendlichen:

1. Eine größere Schädellänge durch ein Auswachsen der Occipitalregion in der Jugend. Dieses Wachstum ist am weiblichen Schädel schon früher abgeschlossen, so daß diese Veränderung in der vorliegenden Arbeit nur am männlichen Schädel nachweisbar ist.
2. Eine geringere Schädelhöhe durch eine Abflachung der Stirn- und Scheitelregion. Dabei dreht sich die Kalotte etwas, so daß die Kranznaht im Alter weiter hinten liegt und die Wölbung besonders im Bereich der Unterschuppe des Os occipitale zunimmt. Diese charakteristische Umformung des Schädels ist beim Mann während des ganzen Lebens nachweisbar. Am weiblichen Schädel beginnt die Lageänderung des Endobregma nach unten erst im Alter.

Das Wachstum des Gesichtsschädels kommt später zum Stillstand als das des Hirnschädels. Beim Erwachsenen finden sich im Vergleich zum Jugendlichen:

1. Ein wesentlich größerer Gesichtsschädel.
2. Ein stärkeres Hervortreten der Mundpartie, besonders der Kinnspitze.

Altersveränderungen sind im wesentlichen in einer Fortsetzung der Abflachung und Drehung der Schädelkalotte gegeben. Diese Umformung beginnt - zumindest am männlichen Schädel - schon in der Jugend.

Literatur

- Bergerhoff, W.: Messungen von Winkeln und Strecken an Röntgenbildern des Schädels.
Fortschr. Röntgenstr. 77, 62-73 (1952)
Wachstum und Bauplan des Schädels im Röntgenbild.
Fortschr. Röntgenstr. 79, 745-760 (1953)
- Bergerhoff, W. und W. Höbler: Messungen von Winkeln und Strecken am Röntgenbild des Schädels von Kindern und Jugendlichen.
Fortschr. Röntgenstr. 78, 190-195 (1953)
- Bergerhoff, W. und R. Stilz: Die Beugung der Schädelbasis im Röntgenbild.
Fortschr. Röntgenstr. 80, 618-622 (1954)
- Björk, A. : Cranial base development. A follow-up study of the individual variation in growth occurring between the age of 12 and 20 years and its relation to brain case and face development.
Am. J. Orthodont. 41, 198-225 (1955)
- Bode, F. : Über Korrelationen zwischen Hirnentwicklung und Basisformung in der Ontogenese des Menschen.
Inaug. Diss. Frankfurt/M. 1951
- Brodie, A.G. : On the growth pattern of the human head from the third month to the eighth year of life.
Am. J. Anat. 68, 209-262 (1941)
- Dabelow, A. : Über Korrelationen in der phylogenetischen Entwicklung der Schädelform
I. Die Beziehungen zwischen Rumpf und Schädelform.
Morph. Jahrb. 63, 1 (1929)
II. Beziehungen zwischen Gehirn und Schädelbasisform bei den Mammaliern.
Morph. Jahrb. 67, 84 (1931)
- Delattre, A. : Du crâne animal au crâne humain.
Masson, Paris (1951)

- Dürr, Eva-Maria : Röntgenologisch-craniometrische Ergebnisse bei frontaler Dysplasie.
Z. menschl. Vererb. u. Konstit. Lehre
37, 45-59 (1963)
und Med. Diss. Tübingen 1963
- Falkenburger, F. : Diagraphische Untersuchungen an normalen und deformierten Rassenschädeln.
Arch. Anthrop. 12, 81-95 (1913) N.F.
- Ferembach, D. : Constantes craniennes, brachycranie et architecture cranienne.
Thèse. Masson, Paris 1956
- Fischer, E. : Die Lagebeziehung der tiefen Hirnvenen zur Form des Schädels.
Habil. Schrift, Tübingen 1963
- Ford, E.H.R. : Growth of the human cranial base.
Am. J. Orthodont. 44, 498-506 (1958)
- Freiesleben, H. : Über gewisse Regelmäßigkeiten im Wachstum des menschlichen Schädels. (Eine röntgenologisch-statistische Studie).
Med. Diss. Tübingen im Druck
- Klaatsch, H. : Kraniomorphologie und Kraniotrigonometrie.
Arch. Anthrop. 8, 101-123 (1909) N.F.
- Kummer, B. : Untersuchungen über die ontogenetische Entwicklung des menschlichen Schädelbasiswinkels.
Z. Morph. Anthrop. 43, 331-360 (1952)
Untersuchungen über die Entstehung der Schädelbasisform bei Mensch und Primaten.
Anat. Anz. 99 (1952/53)
- Laux, Dagmar : Über einige Geschlechtsdifferenzen am menschlichen Schädel.
Med. Diss. Tübingen im Druck
- Lindgard, B. : Variations in human body build.
A somatometric and x-ray cephalometric investigation on Scandinavian adults.
Acta Psychiatr. et Neurologica
Suppl. 86 (1953) Copenhagen

- Lutz, A. : Über das Wachstum des Schädels (nach Messungen an Röntgenaufnahmen des Schädels im seitlichen Strahlengang).
Med. Diss. Tübingen 1966
- Martin, R. und K. Saller: Lehrbuch der Anthropologie.
Stuttgart 1959, Bd. 2, 3. Aufl.
- Möller, D. : Röntgenologisch kranimetrische Untersuchungen am Gesichtsschädel bei der frontalen Dysplasie.
Med. Diss. Tübingen 1963
- Pankow, Gisela : Untersuchungen über die Schädelbasisknickung beim Menschen.
Z. menschl. Vererb. u. Konstit. Lehre
29, 69-139 (1948)
- Parenti, R. : Arch. l'Anthropol. et Etnol. 82 (1952): 1
zit. bei B. Bugyi: Beitrag zur röntgenologischen Kraniotrigonometrie.
Z. Morph. Anthropol. 51, 35-44 (1960)
- Ranke, J. : Über einige gesetzmäßige Beziehungen zwischen Schädelgrund, Gehirn und Gesichtsschädel.
Beitr. Anthropol. u. Urgesch. Bayern
10, 3-132 (1892)
- Schmid, F. und J. Filthuth: Grundlagen einer radiologischen Schädelmetrik.
Mschr. Kinderheilk. 109, 293-296 (1961)
- " : Zur Biologie des Schädelwachstums.
Mschr. Kinderheilk. 109, 296-298 (1961)
- " : Angewandte Schädelmetrik.
Mschr. Kinderheilk. 109, 299-302 (1961)
- Schmidt, H. und E. Fischer: Die occipitale Dysplasie.
Zwanglose Abhandlungen aus dem Gebiet der normalen und pathologischen Anatomie.
Heft 9, 1960, Thieme Stuttgart
- Stadtmüller, F.: Über enantioplastische Erscheinungen in der Entwicklung von Schädelkapsel und Inhalt mit besonderer Berücksichtigung des Schläfenbeins.
Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk. 152, 110-140 (1942)

- Virchow, R. : Untersuchungen über die Entwicklung
des Schädelgrundes.
Reimer, Berlin 1857
- Waibel, E. : Zur Frage der Geschlechtsabhängigkeit
der Schädelbasisknickung beim Menschen.
Med. Diss. Tübingen 1952
- Yadegardjam, P.: Zur Frage einer Formänderung des Schädeldaches beim alten Menschen.
Med. Diss. Tübingen 1965

Lebenslauf

Am 22. Juli 1939 wurde ich, Ulrich Laux, als Sohn des Kaufmanns Helmuth Laux und seiner Ehefrau Edith Laux, geb. Hansen, in Liebertwolkwitz, Kreis Leipzig, geboren.

Dort verbrachte ich meine Kindheit und wurde 1946 in die Grundschule zu Liebertwolkwitz eingeschult. Im Jahre 1951 zogen meine Eltern nach Linz am Rhein. Dort bestand ich 1952 die Aufnahmeprüfung für das Staatliche Alt- und Neusprachliche Gymnasium und legte 1961 die Reifeprüfung ab. Mein Medizinstudium begann ich im Sommersemester 1961 an der Rhein. Friedr.-Wilh.-Universität in Bonn. Am 24. April 1962 legte ich dort die naturwissenschaftliche und am 17. Oktober 1963 die ärztliche Vorprüfung ab. Das klinische Studium verbrachte ich an der Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen. Am 3. Februar 1967 habe ich hier die ärztliche Prüfung bestanden.

Druckbüro Frau Elly HUTH, 74 Tübingen